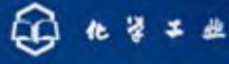
HANDBOOK OF CHEMICAL PRODUCTS

化工产品手册 第六版

无机化工原料

王光建　主编



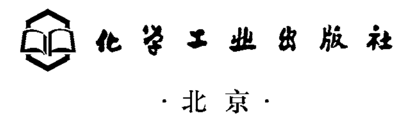
化学工业出版社

化 工 产 品 手 册

（第六版）

无机化工原料

王光建　主　编



·北 京·

本书包括无机基本化工原料和无机矿物原料两个部分，无机基本化工原料又包括了无机化合物、单质和气体三个部分，共收录了768个品种。本书对一些重要的名称规范、物化数据进行了完善，将产品的质量标准、制备方法和生产单位进行了更新，重点补充了大量的产品新用途和安全性要求的数据，全面介绍了收录产品的结构组成、物化性质、质量标准、用途制备、安全及生产等内容。还着重介绍了安全生产方面的知识。致力于做到既具有资料性、技术性、信息性、科普性，又面向市场经济，富有实用性、创新性，以求做到内容翔实、数据准确、信息新颖、查阅便捷。

图书在版编目（CIP）数据

化工产品手册．无机化工原料/王光建主编．—6版．—北京：化学工业出版社，2016.2

ISBN 978-7-122-25857-1

Ⅰ.①化…　Ⅱ.①王…　Ⅲ.①化工产品-手册②无机化工-原料-手册　Ⅳ.①TQ07-62②TQ110.4-62

中国版本图书馆CIP数据核字（2015）第295573号

责任编辑：夏叶清　　　文字编辑：向　东
责任校对：王素芹　　　装帧设计：尹琳琳

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街13号　邮政编码100011）
印　　刷：北京永鑫印刷有限责任公司
装　　订：三河市宇新装订厂
880mm×1230mm　1/32　印张25¼　字数1204千字　2016年5月北京第6版第1次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686）　售后服务：010-64518899
网　　址：http://www.cip.com.cn
凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定　　价：99.00元

本书编写人员

主　编　王光建

副主编　孙树明　叶学海

编写人员　（按姓氏笔画排序）

于晓微　于海斌　马慧斌　王光建
王　祎　叶学海　付春明　冯　锐
朱春雨　孙树明　孙新华　李晓云
李连成　时　洁　张春丽　张晓波
赵继安　桑俊利　郭子峰　董广前
薛群山

前言

无机化工产品既是传统工业重要的化工基础原料，也是现代科技高新材料的重要组成部分，广泛应用于化工、建材、食品、医药、电子、能源、环保、汽车、航空、航天、军工等国民经济各个行业，同时还是我国重要的出口创汇品种。随着改革开放的不断深入，行业进入了自主开发与引进技术相结合的快速发展道路，无机化工已成为我国乃至世界重要的制造产业和研发门类。

《无机化工原料》是《化工产品手册》（第六版）的一个分册。本书既是一本全面介绍无机化工产品的综合性大型工具图书，也是一本具有重要参考价值和学习性质的科普读物。通过多年的不断发展，无机化工行业新技术、新工艺、新产品、新材料也大量涌现。为了满足社会发展需要，全面反映化工行业的创新和进步，同时更是为了主动适应我国从制造经济向创新经济第二次转型的发展新常态的需要，根据化学工业出版社《化工产品手册》编辑部的编写要求，中海油天津化工研究设计院组织了多名专业技术人员进行了编写。

本书包括无机基本化工原料和无机矿物原料两个部分，无机基本化工原料又包括了无机化合物、单质和气体三个部分，共收录了 768 个品种。本次编写，是在第五版的基础上进行了部分品种调整，对一些重要的名称规范、物化数据进行了完善，将产品的质量标准、制备方法和生产单位进行了更新，重点补充了大量的产品新用途和安全性要求的数据，全面介绍了收录产品的结构组成、物化性质、质量标准、用途制备、安全及生产等内容。还着重介绍了安全生产方面的知识。本次编写，致力于做到既具有资料性、技术性、信息性、科普性，又面向市场经济，富有实用性、创新性，以求做到内容翔实、数据准确、信息新颖、查阅便捷。

本书各个部分（以目录的先后顺序）是由下列人员编写的。钡化合物：董广前；硼化合物：孙新华；溴化合物和碳酸盐：赵继安；氯化物及氯酸盐：时洁；铬盐：张晓波；氰化物：于晓微；氟化物：李连成；碘化物：张春丽；镁化合物：孙新华；锰盐和硝酸盐：叶学海；磷化合物及磷酸盐：马慧斌；硅化合物及硅酸盐：朱春雨；硫化物及硫酸盐：李连成；钼、钛化合物和稀土化合物：薛群山，郭子峰；过氧化物：冯

锐；氢氧化物：桑俊利；氧化物：于海斌，李晓云；单质和气体：孙树明；其他无机化工原料：王祎，王光建；无机矿物原料：付春明。

本书编写过程中得到了中海油天津化工研究设计院有关领导的大力支持和帮助，也得到了化学工业出版社有关领导的热忱关心指导，谨此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，难免存在不妥之处，真诚希望广大读者提出宝贵意见和建议，并提出批评和指正。

编者

2015 年 1 月

目录

A　无机基本化工原料

Aa　钡化合物

Ab　硼化合物



Ac 溴化合物

Ad 碳酸盐

Ae 氯化物及氯酸盐

Af　铬盐

Ag　氰化物

Ah　氟化物

Ai 碘化物

Aj 镁化合物

Ak 锰盐

Al 硝酸盐

Am 磷化合物及磷酸盐

An　硅化合物及硅酸盐

■ Ao 硫化物及硫酸盐

Ap 钼、钛化合物

Aq 稀土化合物

Ar 过氧化物

As 氢氧化物

At 氧化物

Au 单质

Av 气体

Aw 其他无机化工原料

B 无机矿物原料

参考文献

产品名称中文索引

产品名称英文索引



A 无机基本化工原料

Aa 钡化合物

钡化合物是重要的无机化工产品系列之一。工业上常用的钡化合物有碳酸钡、氯化钡、硫酸钡、锌钡白、硝酸钡、氢氧化钡，此外还有钛酸钡、氧化钡、过氧化钡、偏硼酸钡、铬酸钡、锰酸钡、氯酸钡等。近年来，随着电子电器行业及光学材料的迅速发展，具有特殊性能的功能化高纯度的钡盐产品得到了广泛应用，高纯碳酸钡、高纯硝酸钡和高纯氯化钡等实现了规模化生产。以高纯度钡化合物产品为原料可制造性能优良的磁性材料以及超导材料等。

钡化合物的用途十分广泛。氯化钡可作为杀灭大田作物、蔬菜及花木害虫的农药原料，也用于陶瓷工业及纺织工业，还用于制备某些无机颜料及清除锅炉用水及盐水中的硫酸根，在制备某些稀有金属时可用作共沉淀剂。天然硫酸钡、重晶石粉在石油及天然气井钻探时用作泥浆的加重剂，合成沉淀硫酸钡可用于制备特种玻璃、搪瓷、釉药、涂料，以及高级纸张的填充剂，在纺织工业中用作上浆剂，还可用于橡胶、塑料、颜料以及X射线技术中。锌钡白是一种优良的白色颜料。碳酸钡可用于陶瓷工业、光学玻璃制造、搪瓷制造，以及在电子管制造中用作阴极屏蔽剂，还可用作杀鼠剂和制备渗碳剂。硝酸钡主要用于烟火、曳光弹和光学玻璃以及制取氧化钡、过氧化钡。超导材料等新型材料的开发，有力地促进了钡盐新品种的开发和新用途的扩大。

所有的可溶性钡盐都是有毒的，在处理钡化合物时，要加强安全防护措施。排弃的含钡废物应注意进行处理。

Aa001 氧化钡

【别名】 一氧化钡；重土

【英文名】 barium oxide；barium monoxide

【结构式】 BaO

【分子量】 153.33

【物化性质】 无色立方晶体。相对密度5.72，熔点1918℃，沸点2000℃。不溶于丙酮和氨水，微溶于冷水，溶于热水、酸、乙醇。与水作用生成氢氧化钡。在空气中极易吸收水分和二氧化碳生成碳酸钡。有毒！

【质量标准】 企业标准冀Q邢D/HG 5—84

项目		指标
氧化钡(BaO)/%	≥	95
碳酸钡($BaCO_3$)/%	≤	4

【用途】 是制造过氧化钡和钡盐及超导材料的原料，用于玻璃、陶瓷工业制备黑白、彩色显像管，也用于甜菜糖的精炼，另外还用作多种电真空管的吸气剂和气体的高效干燥剂等。

【制法】 煅烧法是将研细的高纯硝酸钡在1000～1050℃下煅烧，可得到氧化钡。其反应式如下：

$$2Ba(NO_3)_2 \longrightarrow 2BaO + 4NO\uparrow + 3O_2\uparrow$$

或将碳酸钡与焦炭混合，在1200℃以下进行反应，得到氧化钡成品。其反应式如下：

$$BaCO_3 + C \longrightarrow BaO + 2CO\uparrow$$

【安全性】

毒性：高毒。

急性毒性：LD_{50} 50mg/kg（小鼠皮下）。

危险特性：本品不燃，高毒，具刺激性。

健康危害：侵入途径为吸入、食入。急性中毒时，经口中毒出现流涎、食道灼痛、胃痛、恶心、呕吐、腹泻、血压升高、痉挛、出冷汗、步态不稳、视力及言语模糊、呼吸困难、头晕、耳鸣，严重者可死亡。慢性中毒时，对眼睛、上呼吸道和皮肤有刺激作用。

急救措施：患者清醒时给饮足量温水，催吐，用温水或2%～5%硫酸钠溶液洗胃，导泻，就医。

防护措施：作业工人应该佩戴防尘口罩、眼镜、手套、防护服。

包装方法：试剂产品可用棕色玻璃瓶包装，每瓶净含量500g，工业产品用塑料袋或二层牛皮纸袋外纤维板桶、胶合板桶、硬纸板桶，塑料袋外塑料桶（固体）、塑料桶（液体）。

贮存：应贮存在干燥通风的库房中密封保存、注意防潮，远离火种、热源，应与酸类、食用化学品分开存放，切忌混贮。贮区应备有合适的材料收容泄漏物。要轻拿轻放，防止包装破损。

运输：毒害品，属6.1类危险化学品，危规编号61503。UN No.1884。运输前应先检查包装容器是否完整、密封，运输途中应防曝晒、雨淋、高温。运输及装卸过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与酸类、氧化剂、食品及食品添加剂混运。车辆运输时车辆应配备泄漏应急处理设备。

【生产单位】 河北邢台化学试剂有限责任公司，河北万盛化轻有限公司（邯郸）。

Aa002 过氧化钡

【别名】 二氧化钡

【英文名】 barium peroxide; barium dioxide

【结构式】 BaO_2

【分子量】 169.33

【物化性质】 白色或灰白色粉末，相对密度4.96，熔点450℃，沸点800℃（失去一部分氧成氧化钡）。溶于稀酸，不溶于丙酮，极微溶于冷水。与水接触能缓慢分解。在酸的作用下可生成相应钡盐和过氧化氢。为强氧化剂，遇二氧化碳有水存在时形成过氧化氢，缓慢腐蚀金属。有顺磁性，与碳共热时能起去极剂的作用。与还原剂、有机物、易燃物如纸、木材、硫、金属粉末等混合时，有引起燃烧爆炸的危险。有毒！

【质量标准】

1. 参考标准

项目		指标
过氧化钡/%	≥	90.0
其他钡盐/%	≤	8.0
盐酸中不溶物/%	≤	0.8
水分/%	≤	0.5
二氧化硅/%	≤	0.15
铁/%	≤	0.3
氯化物/%	≤	0.015

2. 美国军用标准 MIL-STD-1422（1987年）

项目	指标		
	A级品		B级品
水分/% ≤			0.3
表观密度/% ≥			1.3
有效氧/% ≥	8.5	8.5	8.8
总铁/% ≤			0.03
锶(Sr)/% ≤			0.85
钙(Ca)/% ≤			0.15
镁(Mg)/% ≤			0.02
钠(Na)/% ≤			0.05
铝(Al)/% ≤			0.05
氯化物(以 $BaCl_2$ 计)/% ≤			0.1
硝酸盐[以 $Ba(NO_3)_2$ 计]/% ≤	1	1	0.1
不溶物/% ≤	2.0	2.0	—
残渣/% ≤	0.005	—	—
钡含量/% ≥	76.0	76.0	—

【用途】 用作漂白剂、氧化剂、玻璃脱色剂、印染媒染剂、铝焊引火剂、焰火炮弹的引信、碳氢化合物热裂催化剂，也用于制备少量过氧化氢、氧气或其他过氧化物。

【制法】 过氧化氢-氢氧化钡合成法是将氢氧化钡与水加热溶解配成50%的溶液，保温沉淀4h，清液注入反应器中，再加水稀释，搅拌下加入30%过氧化氢于45℃下进行反应，生成的八水过氧化钡经加热蒸发、过滤、真空干燥或于110℃干燥2～3h，即得过氧化钡成品。其反应式如下：

$$Ba(OH)_2+H_2O_2+6H_2O \longrightarrow BaO_2 \cdot 8H_2O$$

$$BaO_2 \cdot 8H_2O \longrightarrow BaO_2+8H_2O$$

【安全性】

毒性：剧毒。

急性毒性：LD_{50}：50mg/kg（小鼠皮下）。

燃爆特性：遇热水或酸产生氧气；遇有机物、还原剂、硫、磷等易燃物可燃烧或爆炸。

健康危害：口服后急性中毒表现为恶心、呕吐、腹痛、腹泻、脉缓、进行性肌麻痹、心律紊乱、血钾明显降低等。可致死。本品粉尘对呼吸道有刺激性。眼及皮肤接触有强烈刺激性，甚至造成灼伤。

急救措施：食入时需饮足量温水，催吐。用2%～5%硫酸钠溶液洗胃，导泻。就医。

防护措施：作业工人应该佩戴防尘口罩、眼镜、手套、防护服。

包装方法：螺纹口玻璃瓶、塑料瓶、塑料编织袋或塑料袋外普通木箱。

贮存运输：氧化剂。属5.1类危险化学品，危规编号51008。UN No.1449。应贮存于阴凉、干燥、通风良好的库房，远离火种、热源，不可与有机物、还原剂、硫、磷等易燃物及食品原料混贮。运输时要轻装轻卸，不可泄漏。

灭火方法：采用干粉、砂土灭火。严禁用水、泡沫、二氧化碳扑救。

【生产单位】 重庆华南无机盐工业有限公司，重庆华琦精细化工有限公司，重庆仙峰锶盐化工有限公司，河北万盛化轻有限公司（邯郸）。

Aa003 一水氢氧化钡

【别名】 一水合氢氧化钡；氢氧化钡单水合物

【英文名】 bariumhydroxide monohydrate

【结构式】 $Ba(OH)_2 \cdot H_2O$

【分子量】 189.36

【物化性质】 白色结晶粉末，密度 $3.743g/cm^3$。可溶于稀酸、乙醇及醚，微溶于水。有毒。

【质量标准】 企业标准 Q/140702YB 002—2008

项目	指标		
	优等品	一等品	合格品
氢氧化钡[$Ba(OH)_2 \cdot H_2O$]/% ≥	99.0	98.0	98.0

续表

项目	指标		
	优等品	一等品	合格品
碳酸钡($BaCO_3$)/% ≤	0.5	1.0	1.0
铁(Fe)/% ≤	0.010	0.015	0.020
氯化物(以 Cl^- 计)/% ≤	0.05	0.20	0.30

【用途】 多用于内燃机润滑油、钡基润滑脂和油类精制的多效能添加剂，广泛用作 PVC 稳定剂，制糖净化剂和医药、塑料、玻璃、染料等工业原料，工业水的软化处理及其他钡盐制造等工业中。

【制法】 脱水法是由含钡原料（重晶石或毒重石）先制备氯化钡，氯化钡溶液与过量烧碱于 100～110℃进行复分解反应，经浓缩、冷却结晶、固液分离、干燥先制得 $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$；随后可分别通过真空加热（真空度 73.3～93.3kPa，温度70～90℃）脱水法、流化床热空气干燥法、有机溶剂脱水法等将 $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$ 脱水制备 $Ba(OH)_2 \cdot H_2O$。

$$BaCl_2+2NaOH+8H_2O \longrightarrow Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O+2NaCl$$

$$Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O \longrightarrow Ba(OH)_2 \cdot H_2O+7H_2O$$

【安全性】

毒性：高毒。

环境危害：无三废污染。

健康危害：口服后急性中毒表现为恶心、呕吐、腹痛、腹泻、脉缓、进行性肌麻痹、心律紊乱、血钾明显降低等。可因心律紊乱和呼吸麻痹而死亡，高毒。

急救措施：食入时饮足量温水，催吐。用 2%～5%硫酸钠溶液洗胃，导泻。就医。

防护措施：作业工人应该佩戴防尘口罩、眼镜、手套、防护服。

包装方法：塑料袋外复合塑料编织袋，每袋净含量 25kg 或 50kg。

贮存运输：毒害品。属第 6.1 类危险化学品，危规编号 61021。应贮存于干燥、清洁、阴凉通风的库房内，在贮存和运输过程中应做到防潮、防雨、防破损，不得与其他物品混存，远离火种、热源。

【生产单位】 青岛红星化工集团有限责任公司，榆次金泰钡盐化工有限公司，山东信科环化有限责任公司，自贡市龙盛化工有限公司，重庆市川渝矿业有限责任公司，湖北石花天友科技有限公司。

Aa004 八水氢氧化钡

【英文名】 bariumhydroxide octahydrate

【结构式】 $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$

【分子量】 315.47

【物化性质】 白色单斜晶系晶体。相对密度 2.18（16℃），熔点 78℃，水溶解性 56g/L（15℃）。微溶于乙醇，水溶液呈强碱性。在空气中极易吸收二氧化碳而成碳酸钡，受热后逐渐失去结晶水，780℃时失去全部结晶水变成无水物。有毒！

【质量标准】 化工行业标准《工业氢氧化钡》HG/T 2566—2014

项目	指标		
	优等品	一等品	合格品
氢氧化钡[以 $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$ 计]/% ≥	98.0	97.0	95.0
碳酸钡($BaCO_3$)/% ≤	1.0	1.0	1.5
氯化物(以 Cl^- 计)/% ≤	0.05	0.05	0.30
铁(Fe)/% ≤	0.003	0.006	0.01
盐酸不溶物/% ≤	0.03	0.05	—
硫酸不沉淀物/% ≤	0.2	0.5	—
碘还原物(以 S 计)/% ≤	0.05	0.10	—
氢氧化锶[以 $Sr(OH)_2 \cdot 8H_2O$ 计]/% ≤	2.5	3.0	—

【用途】 主要用于石油工业中作多效能添加剂，也用于钡基润滑脂和油类精制、制糖工业的净化剂、树脂的稳定剂、工业水处理的软化剂，是塑料、玻璃、搪瓷、人造丝的原料，还用于有机合成和其他钡盐的制造。

【制法】

（1）硫化钡法 将由重晶石焙烧、浸取得到的硫化钡溶液浓度控制在14～16°Bé，静置澄清，清液与盐酸反应，生成的氯化钡溶液加热至70～90℃与过量烧碱于100～110℃进行复分解反应。经浓缩、冷却结晶、离心分离、干燥，即得八水氢氧化钡成品。其反应式如下：

$$BaS+2HCl \longrightarrow BaCl_2+H_2S\uparrow$$

$$BaCl_2+2NaOH+8H_2O \longrightarrow Ba(OH)_2\cdot 8H_2O+2NaCl$$

（2）毒重石法 将矿石粉碎后进行煅烧，经浸取、过滤、净化、结晶、脱水、干燥得到产品。其反应式如下：

$$BaCO_3 \longrightarrow BaO+CO_2$$

$$BaO+9H_2O \longrightarrow Ba(OH)_2\cdot 8H_2O$$

【安全性】

毒性：高毒。

环境危害：对环境有危害，对水体可造成污染。

健康危害：口服后急性中毒表现为恶心、呕吐、腹痛、腹泻、脉缓、进行性肌麻痹、心律紊乱、血钾明显降低等。可因心律紊乱和呼吸麻痹而死亡，高毒。

急救措施：食入时饮足量温水，催吐。用2%～5%硫酸钠溶液洗胃，导泻。就医。

防护措施：作业工人应该佩戴防尘口罩、眼镜、手套、防护服。

包装方法：塑料袋外复合塑料编织袋。每袋净含量25kg或50kg。

贮存运输：毒害品。属第6.1类危险化学品，危规编号61021。应贮存于干燥、通风的库房内，防止受潮，远离火种、热源。运输时应有遮盖物，防止雨淋和曝晒。

灭火方法：本品不燃，灭火剂可用水、砂土。

【生产单位】 青岛红星化工集团有限责任公司，榆次金泰钡盐化工有限公司，重庆华南无机盐工业有限公司，自贡市达成化工制造有限公司，山东信科环化有限责任公司，湖北石花天友科技有限公司。

Aa005 碳酸钡

【别名】 沉淀碳酸钡

【英文名】 barium carbonate; barium carbonate precipitated

【结构式】 $BaCO_3$

【分子量】 197.34

【物化性质】 有α、β、γ三种结晶形态。工业品为白色粉末。相对密度4.43。α型熔点1740℃（90.9×10^5 Pa），982℃时β型转化成α型，811℃时γ型转化成β型。几乎不溶于水，不溶于酒精，可溶于酸及氯化铵溶液。1450℃时分解而成氧化钡和二氧化碳。遇酸分解，与硫酸作用生成白色硫酸钡沉淀。微有吸湿性。有毒！

【质量标准】 国家标准《工业碳酸钡》GB/T 1614—2011

项目		指标		
		优等品	一等品	合格品
主含量(以 $BaCO_3$ 计)/%	≥	99.2	99.0	98.5
水分/%	≤	0.30	0.30	0.30
盐酸不溶物灼烧残渣/%	≤	0.1	0.3	0.5
总硫(以 SO_4^{2-} 计)/%	≤	0.25	0.35	0.45
氯化物(以 Cl^- 计)/%	≤	0.01	—	—

续表

项目		指标	
	优等品	一等品	合格品
铁(Fe)/% ≤	0.01	0.004	0.008
细度:			
粉状 125μm 试验筛筛余物/% ≤	0.20	0.30	0.50
粒状 850μm 试验筛筛余物/% ≤	1	1	1
粒状 150μm 试验筛筛余物/% ≥	85	85	85
碳酸锶(以 $SrCO_3$ 计)/% ≤	2.0	3.0	4.0

注：1. 陶瓷电容器用的粉状产品其 45μm 筛余物的细度≤1%。

2. 湿法造粒产品盐酸不溶物灼烧残渣含量指标参数供需双方协商。

【用途】 主要用于制造光学玻璃、显像管玻璃以及钡磁性材料和电容器等，也用于钢铁渗碳和金属表面处理。是制造其他钡盐及陶瓷、搪瓷、颜料、涂料、橡胶、焊条的原料。还可用作净水剂和杀鼠剂。

【制法】

（1）碳化法 在硫化钡溶液（制备参见硫化钡）中通入二氧化碳气体进行碳化得到碳酸钡浆液，经脱硫洗涤、真空过滤、300℃下干燥、粉碎，制得碳酸钡成品。其反应式如下：

$$BaS + CO_2 + H_2O \longrightarrow BaCO_3 \downarrow + H_2S \uparrow$$

（2）复分解法 由硫化钡与碳酸铵进行复分解反应，再经洗涤、过滤、干燥等，即得碳酸钡成品。其反应式如下：

$$BaS + (NH_4)_2CO_3 \longrightarrow BaCO_3 \downarrow + (NH_4)_2S$$

【安全性】

毒性：高毒。

健康危害：口服后与胃酸起反应，变为氯化钡而发生中毒。急性中毒表现有恶心、呕吐、腹痛、腹泻、脉缓、进行性肌麻痹、心律紊乱、血钾明显降低等。可因心律紊乱和呼吸肌麻痹而死亡。重症可并发急性肾功能衰竭、缺氧性脑病、酸中毒等。空气中最大允许浓度为 $0.5mg/m^3$。

急救措施：食入时饮足量温水，催吐。用2%～5%硫酸钠溶液洗胃，导泻。就医。

防护措施：作业工人应该佩戴防尘口罩、眼镜、手套、防护服。

包装方法：采用2～3层牛皮纸袋或内衬塑料薄膜的塑料编织袋包装。牛皮纸袋用缝包机缝合。复合塑料袋内袋用维尼龙绳扎口，外袋牢固缝合。每袋净重25kg、500kg或1000kg。

贮存运输：工业碳酸钡属于有害品，工作地点不允许进食和吸烟，应贮存于阴凉、通风、干燥的库房，防止雨淋；远离火种、热源，应与酸类、食用化学品分开存放，切忌混贮。运输过程中应有遮盖物，防止雨淋，避免阳光直接照射。

【生产单位】 河北辛集化工集团有限责任公司，青岛红星化工集团有限责任公司，湖北京山县楚天钡盐有限责任公司，重庆仙峰锶盐化工有限公司，洛阳中原化工有限责任公司，南通市飞宇精细化学品厂，自贡市龙盛化工有限公司，湖南晨州化工股份有限公司。

Aa006 颗粒碳酸钡

【英文名】 barium carbonate granulated

【结构式】 $BaCO_3$

【分子量】 197.34

【物化性质】 参见碳酸钡。

【质量标准】 参见碳酸钡。

【用途】 是生产显像管玻壳、磁性材料和高级光学玻璃的重要化工原料。

【制法】

（1）干法造粒　将重质沉淀碳酸钡过筛，置于原料仓内充分搅拌、混合、脱气，物料经回转给料器、卧立式螺旋输送机输入辊压机辊压制片，制片厚度3.7～4.0mm。将辊压成片的物料输入造粒机，通过调整其转速和筛板开孔大小来调整半成品的粒径分布。半成品采用刮刀式脉冲气力输送法将半成品经给料器输入至振动筛进行筛分，20目以上的颗粒送回造粒机，65目以下的微粒送回原料仓，65目至20目之间的颗粒输送到成品包装仓包装，制得颗粒碳酸钡。

（2）湿法造粒　碳酸钡生产过程中由沉淀系统过滤分离后的含水滤饼，控制滤饼含水量在20%左右。在旋转桨叶的作用下，物料被迅速混合均匀，并得到混炼、捏合，形成密实的颗粒，将湿粒投入直接火回转窑内，在800～1200℃烧结。经整粒、筛选、脱铁、计量包装，制得颗粒碳酸钡。

【安全性】　参见碳酸钡。

【生产单位】　青岛红星化工集团有限责任公司，河北辛集化工集团有限责任公司，重庆仙峰锶盐化工有限公司，山东诸城众泰化工有限公司，衡阳宏湘化工有限公司，湖南大荣化工农药有限公司。

Aa007 高纯碳酸钡

【英文名】　barium carbonate，high purity

【结构式】　$BaCO_3$

【分子量】　197.34

【物化性质】　参见碳酸钡。

【质量标准】　企业标准 Q/XB J0206—2000

项目		指标	
		优等品	一等品
主含量(以 $BaCO_3$ 计)/%	≥	99.8	99.5
锶(Sr)/%	≤	0.05	0.3
钙(Ca)/%	≤	0.03	0.04
钠(Na)/%	≤	0.01	0.01
铁(Fe)/%	≤	0.0005	0.0008
镁(以 $MgCO_3$ 计)/%	≤	0.005	0.005
氯化物(以 Cl^- 计)/%	≤	0.02	0.03
盐酸不溶物/%	≤	0.015	0.020
水分(110℃)/%	≤	0.1	0.1
灼烧失量(800℃)/%	≤	0.3	0.4
平均粒径/μm		依客户要求	依客户要求

【用途】　功能陶瓷PTC热敏电阻及半导体陶瓷电容器等原件制造的重要化工原料。

【制法】　采用复分解法，碳酸氢铵经精制，与净化后的硝酸钡溶液反应，生成碳酸钡沉淀，经陈化、水洗、干燥得到高纯碳酸钡。其反应式如下：

$$Ba(NO_3)_2+2NH_4HCO_3 \longrightarrow BaCO_3\downarrow+2NH_4NO_3+H_2O+CO_2\uparrow$$

【安全性】　参见碳酸钡。

【生产单位】　河北辛集化工集团有限责任公司，重庆仙峰锶盐化工有限公司，无锡凯茂电子材料有限公司，湖北石花天友科技有限公司，辛集市纳新电子材料有限公司，自贡市龙盛化工有限公司。

Aa008 氟化钡

【英文名】　barium fluoride

【结构式】　BaF_2

【分子量】　175.33

【物化性质】　白色粉末或无色透明四方晶系结晶。相对密度4.89。熔点1355℃，沸点2260℃。微溶于热水，溶于酸和氯化铵。有毒！

【质量标准】　化工行业标准《工业氟化钡》HG/T 4499—2013

项　目		指　标		
		优等品	一等品	合格品
氟化钡(BaF_2)(以干基计)(质量分数)/%	≥	99.0	98.0	97.0
氯化物(以 Cl^- 计)(质量分数)/%	≤	0.10	0.20	0.40
钙(Ca)(质量分数)/%	≤	0.05	0.08	0.10
铅(Pb)(质量分数)/%	≤	0.10	0.15	0.20
二氧化硅(SiO_2)(质量分数)/%	≤	0.10	0.20	0.30
三氧化二铁(Fe_2O_3)(质量分数)/%	≤	0.05	0.08	0.10
五氧化二磷(P_2O_5)(质量分数)/%	≤	0.10	0.20	0.30
水分(质量分数)/%	≤	0.10	0.15	0.20

【用途】 主要用于制造电机电刷、光学玻璃、光导纤维、激光发生器、助熔剂、涂料和珐琅，也可用作木材防腐剂和杀虫剂，也可用于电解铝行业添加剂和金属热处理助剂。

【制法】 碳酸钡法，将碳酸钡与水调成浆液，加入氢氟酸进行反应，控制反应终点pH值，并保持不变为止。产物经过滤、干燥、粉碎，即为氟化钡成品。其反应式如下：

$$BaCO_3+2HF \longrightarrow BaF_2+CO_2\uparrow+H_2O$$

【安全性】

毒性：有毒。

急性毒性：LD_{50}：250mg/kg（大鼠经口）。

环境危害：对环境有危害，对水体可造成污染。

危险特性：本身不能燃烧。受高热分解放出有毒的气体，具强刺激性。

健康危害：对眼睛、皮肤、黏膜和上呼吸道有强烈刺激作用。过量接触可引起唾液分泌增加、恶心、呕吐、腹痛、发烧、血中钙减少。慢性影响可致骨、韧带、肌腱钙化。

急救措施：食入时饮足量温水，催吐。就医。

防护措施：作业工人应该佩戴防尘口罩、眼镜、手套、防护服。

包装方法：工业氟化钡的内包装采用聚乙烯塑料薄膜袋，内袋用维尼龙绳或其他质量相当的绳扎紧，或用与其相当的其他方式封口；外包装采用塑料编织袋或复合牛皮纸袋，外袋用维尼龙绳或其他质量相当的绳牢固缝合。每袋净含量为25kg或50kg。

贮存运输：毒害品。属6.1类危险化学品，危规编号61513。应贮存于干燥、通风的库房，远离火种、热源，防止阳光直射。包装密封。运输过程中应有遮盖物，防止雨淋、受潮和曝晒。同时要与碱类、酸类、氧化剂、食用化学品分开存放，切忌混贮混运。

灭火方法：消防人员必须穿全身防火防毒服，在上风向灭火。灭火时尽可能将容器从火场移至空旷处，然后根据着火原因选择适当灭火剂灭火。

【生产单位】 山东雄威氟材料有限公司，重庆鑫港精细化工有限公司，重庆福斯达化工有限公司，武汉兴众诚科技发展有限公司，新乡市顺鑫化工有限公司。

Aa009 无水氯化钡

【英文名】 barium chloride，anhydrous

【结构式】 $BaCl_2$

【分子量】 208.25

【物化性质】 外观为白色片状或粉状结晶，有α型和β型两种晶形。α型为无色单斜晶体，β型为无色立方结晶。α型熔点962℃，β型熔点963℃。沸点1560℃。相对密度 d^{24} 3.856（α型）；3.917（β型）。溶于水，微溶于盐酸、硝酸，极微溶于醇。易与金属氯化物形成低共熔体。因其含氯离子而具有较强的腐蚀性。有毒！

【质量标准】 企业标准 QB/02—2000

项目	指标	
	A 级	B 级
氯化钡含量(以 $BaCl_2$ 计)/% ≥	99.5	99.0
水分/% ≤	0.50	0.71
钙(Ca)/% ≤	0.01	0.03
钠(Na)/% ≤	0.0015	0.0025
硫化物(以 S 计)/% ≤	微量	微量
铁(Fe)/% ≤	0.0005	0.001
镁(Mg)/% ≤	0.002	0.005
锶(Sr)/% ≤	0.002	0.005
水不溶物% ≤	0.008	0.01

【用途】 主要用于化学工业、机械制造、金属热处理、无机颜料、陶瓷、鞣革、印刷及制药行业。

【制法】 由二水氯化钡加热到 150℃ 以上脱水而制得无水氯化钡成品。其反应式如下：

$$BaCl_2 \cdot 2H_2O \longrightarrow BaCl_2 + 2H_2O$$

【安全性】

毒性：高毒。

急性毒性：大鼠(口服) LD_{50} 为 118mg/kg。小鼠(口服) LD_{50} 为 150mg/kg。

环境危害：不可燃烧，火场产生有毒氯化物和含钡化物烟雾。

健康危害：口服后急性中毒表现为恶心、呕吐、腹痛、腹泻、脉缓、进行性肌麻痹、心律紊乱、血钾明显降低等。可因心律紊乱和呼吸肌麻痹而死亡。吸入烟尘可引起中毒，但消化道症状不明显。接触高温本品溶液造成皮肤灼伤可同时吸收中毒。

慢性影响：长期接触钡化合物的工人，可能有无力、气促、流涎、口腔黏膜肿胀糜烂、鼻炎、结膜炎、腹泻、心动过速、血压增高、脱发等症状。

急救措施：食入时饮足量温水，催吐，用 2%～5% 硫酸钠溶液洗胃，导泻。就医。

防护措施：作业工人应该佩戴防尘口罩、眼镜、手套、防护服。

包装方法：装入聚乙烯薄膜袋，外套聚丙烯编织袋，每袋净重 50kg 或 25kg。

贮存运输：贮存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。包装密封。应与氧化剂、酸类、食用化学品分开存放，切忌混贮。运输过程中应有遮盖物，防止雨淋、受潮和曝晒。

灭火方法：灭火剂可用水、二氧化碳、干粉、砂土。

【生产单位】 青岛红星化工集团有限责任公司，自贡市达成化工制造有限公司，山东信科环化有限责任公司（贵州息烽信科环化有限公司），内江市威远建材化工总厂。

Aa010 二水氯化钡

【英文名】 barium chloride，dihydrate

【结构式】 $BaCl_2 \cdot 2H_2O$

【分子量】 244.27

【物化性质】 无色有光泽的单斜晶体。相对密度 3.097。溶于水，微溶于盐酸、硝酸，极微溶于醇。温度高于 113℃ 时失去两分子水。水溶液有苦味。有毒！

【质量标准】 国家标准《工业氯化钡》GB/T 1617—2014

项目	Ⅰ类		Ⅱ类	
	优等品	一级品	优等品	一等品
氯化钡($BaCl_2 \cdot 2H_2O$)的质量分数/% ≥	99.5	99.5	99.0	98.0
锶(Sr)的质量分数/% ≤	0.003	0.01	0.15	0.30
钙(Ca)的质量分数/% ≤	0.002	0.01	0.036	0.090
硫化物(以 S 计)的质量分数/% ≤	0.001	0.002	0.003	0.008
铁(Fe)的质量分数/% ≤	0.0005	0.001	0.001	0.003

续表

项目	Ⅰ类		Ⅱ类	
	优等品	一级品	优等品	一等品
水不溶物的质量分数/% ≤	0.02	0.05	0.05	0.10
钠(Na)的质量分数/% ≤	0.005	0.050	—	—

【用途】 是制造钡盐的原料。可用作杀虫剂，以防治多种植物害虫。用于精制电解法制烧碱的盐水和锅炉用水。也用于制备颜料。纺织工业和皮革工业用作媒染剂和人造丝消光剂。机械工业用于淬火及金属加工等。

【制法】

（1）盐酸法　将硫化钡溶液（制备参见硫化钡）与盐酸进行反应，再经脱硫、中和、蒸发、冷却结晶、离心分离、干燥，制得二水氯化钡成品。其反应式如下：

$$BaS+2HCl+2H_2O \longrightarrow BaCl_2 \cdot 2H_2O+H_2S\uparrow$$

（2）毒重石法　将毒重石粉加入盛有水的反应器中，在搅拌下加入盐酸于70℃左右进行反应，过滤，热水洗涤，滤液进行蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离，制得二水氯化钡成品。其反应式如下：

$$BaCO_3+2HCl+H_2O \longrightarrow BaCl_2 \cdot 2H_2O+CO_2\uparrow$$

【安全性】

毒性分级：高毒。

急性毒性：小鼠-(腹腔）LD_{50}：51mg/kg。

环境危害：不可燃烧，火场产生有毒氯化物和含钡化物烟雾。

健康危害：口服后急性中毒表现为恶心、呕吐、腹痛、腹泻、脉缓、进行性肌麻痹、心律紊乱、血钾明显降低等。可因心律紊乱和呼吸肌麻痹而死亡。吸入烟尘可引起中毒，但消化道症状不明显。接触高温本品溶液造成皮肤灼伤可同时吸收中毒。

慢性影响：长期接触钡化合物的工人，可能有无力、气促、流涎、口腔黏膜肿胀糜烂、鼻炎、结膜炎、腹泻、心动过速、血压增高、脱发等症状。

急救措施：食入时饮足量温水，催吐，用2%～5%硫酸钠溶液洗胃，导泻。就医。

防护措施：作业工人应该佩戴防尘口罩、眼镜、手套、防护服。

包装方法：采用内衬双层聚乙烯薄膜塑料袋的塑料编织袋包装，袋口严密封口。每袋净含量25kg或50kg。

贮存运输：贮存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。包装密封。应与氧化剂、酸类、食用化学品分开存放，切忌混贮。运输过程中应有遮盖物，防止雨淋、受潮和曝晒。

毒害品。属6.1类危险化学品，危规编号61021。工业氯化钡不易燃，不易爆。应贮存于干燥、阴凉、通风的仓库内。远离火种、热源，防止受潮和散失。保持容器密封。不得与其他物品混存。运输过程中应有遮盖物，防止雨淋、受潮，轻装轻卸，防止包装损坏。

灭火方法：灭火剂可用水、二氧化碳、干粉、砂土。

【生产单位】 青岛红星化工集团有限责任公司，榆次金泰钡盐化工有限公司，河北辛集化工集团有限责任公司，山东信科环化有限责任公司，三门峡奥科钡业有限公司，江苏昆山昆化集团（实业）公司，重庆嘉陵化学制品有限公司，重庆市川渝矿业有限责任公司，自贡市鸿兴化工工业有限公司，自贡市龙盛化工有限公司，内江市威远建材化工总厂。

Aa011 硫化钡

【英文名】 barium sulfide

【结构式】 BaS
【分子量】 169.39
【物化性质】 白色等轴晶系立方晶体，有时呈浅灰色或黄绿色，工业品为浅棕色或黑色粉末。相对密度4.25（15℃）。熔点1200℃。在湿空气中逐渐分解放出硫化氢。不溶于醇。溶于水而分解成氢氧化钡和硫氢化钡，水溶液呈强碱性，有腐蚀性，能烧伤皮肤，使毛发脱落。有毒！
【质量标准】 参考标准

项目	指标
熔体硫化钡(BaS)/% ＞	65
澄清硫化钡液(BaS)/(g/L)	220(自用)

【用途】 主要用作制造各种钡盐、立德粉的原料，也用作橡胶硫化剂及皮革脱毛剂，分析化学中用以发生硫化氢，农业上作杀螨剂及灭菌剂。
【制法】
（1）重晶石-煤粉还原法　将重晶石和无烟煤按重晶石∶无烟煤＝100∶（25～27）的配比混合后进行粉碎（5mm以下），在1000～1200℃下还原焙烧1～2h，所得粗硫化钡熔体（含BaS＞65%）经热水浸取，硫化钡溶液浓度达220g/L左右，再静置澄清、过滤、蒸发、结晶制得硫化钡溶液。其反应式如下：

$$BaSO_4+4C \longrightarrow BaS+4CO\uparrow$$

浸取后的煤渣经水洗后排出，可回收其中的钡，或作建筑材料使用。
（2）气体还原法　将重晶石于850～900℃通入氢气（天然气）进行还原反应，可得到纯净的、不含煤及灰分的硫化钡熔体。其反应式如下：

$$BaSO_4+4H_2 \longrightarrow BaS+4H_2O$$

【安全性】
毒性：剧毒品，可引起大脑及其软脑膜炎症性疾患。
急性毒性：大鼠-（口服）LD_{50}为375mg/kg。
危险特性：在潮湿空气中或酸雾中能发生强烈的化学反应，可能引起燃烧。具有腐蚀性。
健康危害：急性中毒，主要由误服引起，中毒表现有恶心、呕吐、腹痛、腹泻、脉缓、进行性肌麻痹、心律紊乱、血钾明显降低等。可因心律紊乱和呼吸麻痹而死亡。肾脏可受损害。吸入粉尘可引起中毒，但消化道症状不明显。
急救措施：食入时要饮足量温水，催吐。用2%～5%硫酸钠溶液洗胃，导泻。就医。
防护措施：作业工人应该佩戴防尘口罩、眼镜、手套、防护服。
包装方法：塑料袋外复合塑料编织袋。
贮存运输：腐蚀品。属8.2类危险化学品，危规编号82013。应贮存于干燥、通风的仓库内。远离火种、热源，防止受潮。不得与其他物品混存。运输过程中应有遮盖物，防止雨淋受潮。
灭火方法：灭火剂可用二氧化碳、干粉、砂土，禁止用水、泡沫和酸碱灭火剂灭火。
【生产单位】 洛阳中原化工有限责任公司，河南宜阳县益民钡盐厂，洛阳市恩迪化工有限公司，湖南祁东县红琳硫化钡厂。

Aa012 多硫化钡

【别名】 硫钡粉；硫钡合剂
【英文名】 barium polysulfide
【结构式】 BaS_x
【物化性质】 深灰色粉末。可溶于水，水溶液呈黑褐色或棕红色，有很强的恶劣气味，有强烈腐蚀性。有毒！
【质量标准】 参考标准

项目	指标
硫化钡(BaS)/% ≥	40
硫黄(S)/% ≥	20.5
细度(100目)	全部通过

【用途】 在农药中用作杀菌剂和杀螨剂，可防治小麦锈病和各种果树病害。

【制法】 重晶石与无烟煤经粉碎于950～1100℃下还原焙烧后再加硫黄，磨碎，制得多硫化钡。其反应式如下：

$$BaSO_4+2C \longrightarrow BaS+2CO_2$$

$$BaS+3S \longrightarrow BaS \cdot S_3$$

或 $$BaS+4S \longrightarrow BaS \cdot S_4$$

【安全性】

毒性：属中等毒类。

环境危害：对环境有害。可燃，其粉体与空气混合，能形成爆炸性混合物。

健康危害：急性中毒主要由误服引起。中毒表现有恶心、呕吐、腹痛、腹泻、脉缓、进行性肌麻痹、心律紊乱、血钾明显降低等。可因心律紊乱和呼吸麻痹而死亡。肾脏可受损害。吸入粉尘可引起中毒，但消化道症状不明显。

急救措施：食入时饮足量温水，催吐。用2%～5%硫酸钠溶液洗胃，导泻。就医。

防护措施：作业工人应该佩戴防尘口罩、眼镜、手套、防护服。

包装方法：塑料袋或二层牛皮纸袋外纤维板桶、胶合板桶、硬纸板桶。

贮存运输：参见硫化钡。

【生产单位】 山东邹平农药有限公司，河北双吉化工有限公司。

Aa013 硫酸钡

【别名】 沉淀硫酸钡；工业沉淀硫酸钡

【英文名】 barium sulfate precipitated

【结构式】 $BaSO_4$

【分子量】 233.39

【物化性质】 白色或略带黄色无臭无味斜方晶形粉末。相对密度4.50（15℃）。沸点1580℃，熔点1350℃，莫氏硬度3～3.5。几乎不溶于水、乙醇和酸，溶于热浓硫酸中，干燥时易结块。600℃时用碳可还原成硫化钡。

【质量标准】 1. 国家标准《工业沉淀硫酸钡》GB/T 2899—2008

项目		优等品	一等品	合格品
硫酸钡($BaSO_4$)含量(以干基计)/%	≥	98.0	97.0	95.0
105℃挥发物/%	≤	0.30	0.30	0.50
水溶物/%	≤	0.30	0.30	0.50
铁(Fe)含量/%	≤	0.004	0.006	—
白度/%	≥	94.0	92.0	88.0
吸油量/(g/100g)		10～30	10～30	—
pH值(100g/L悬浮液)		6.5～9.0	5.5～9.5	5.5～9.5
细度(0.045mm试验筛余物)/%	≤	0.2	0.2	0.5
类粒径分布				
小于10μm/%	≥	80	—	—
小于5μm/%	≥	60	—	—
小于2μm/%	≥	25	—	—

2. 化工行业标准《工业改性超细沉淀硫酸钡》HG/T 2774—2009

项目		优等品	一等品
硫酸钡(以干基计)/%	≥	97.0	95.0
105℃挥发物/%	≤	0.20	0.30
水溶物/%	≤	0.50	0.50
铁(Fe)/%	≤	0.004	0.006
白度/%	≥	95	92

续表

项目		优等品	一等品
吸油量/(g/100g)		20～30	20～35
pH 值(100g/L 悬浮液)		6.5～9.0	5.5～9.5
粒径			
中位粒径 d_{50}/μm	≤	0.5	0.6
小于 20μm C^a/%	≥	99.2	99.0

注：C^a——颗粒体积分数（见 GB/T 19077.1—2008 的 3.2 条)。

【用途】 用作油漆、油墨、塑料、橡胶及蓄电池的原料或填充剂，印相纸及铜版纸的表面涂布剂，纺织工业用的上浆剂。玻璃制品中用作澄清剂，能起消泡和增加光泽的作用。可作为防放射线用的防护壁材。还用于陶瓷、搪瓷、香料和颜料等行业。也是制造其他钡盐的原料。

【制法】 芒硝-黑灰法：硫化钡原料（配制参见硫化钡）与除去钙、镁后的芒硝溶液混合，于 90℃进行反应，生成硫酸钡沉淀，沉淀物经抽滤、水洗和酸洗后，用硫酸调节 pH 值至 5～6，再经过滤、干燥、粉碎，即得沉淀硫酸钡成品。在沉淀硫酸钡的生产过程中加入表面处理剂或分散剂，可制得改性超细沉淀硫酸钡。其反应式如下：

$$BaSO_4 + 4C \longrightarrow BaS + 4CO\uparrow$$

$$BaS + Na_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + Na_2S$$

【安全性】

环境危害：对环境有危害，对大气可造成污染。

健康危害：纯硫酸钡不溶于水，无毒。吸入后可引起胸部紧束感、胸痛、咳嗽等。对眼睛有刺激性。长期吸入可致钡尘肺。

急救措施：食入时饮足量温水，催吐。就医。

防护措施：作业工人应该佩戴防尘口罩、眼镜、手套、防护服。

包装方法：用内衬聚乙烯塑料薄膜袋的塑料编织袋包装，每袋净重 25kg、40kg 或 50kg。

贮存运输：UN No.1564。应贮存于干燥、通风的库房，并需下垫垫层，防止受潮。远离火种、热源。应与易（可）燃物、还原剂分开存放，切忌混贮。运输过程中应有遮盖物，防止雨淋受潮。

灭火方法：消防人员必须穿全身防火防毒服，在上风向灭火。灭火时尽可能将容器从火场移至空旷处。

【生产单位】 河北辛集化工集团有限责任公司，青岛红星化工集团有限责任公司，河北霸州市百利联颜料制品有限公司，湖南晨州化工股份有限公司，湖南澧县尚品化工有限责任公司，山西鸿运化工集团有限公司，内蒙古利川化工有限责任公司，重庆市川渝矿业有限责任公司，湖北石花天友科技有限公司。

Aa014 硝酸钡

【英文名】 barium nitrate

【结构式】 $Ba(NO_3)_2$

【分子量】 261.34

【物化性质】 无色或白色立方晶体。相对密度 3.24（23℃），熔点 592℃。溶于水和浓硫酸，不溶于醇和浓硝酸。加热时先分解成亚硝酸钡，再分解成氧化钡。易吸潮。有毒！

【质量标准】 国家标准《工业硝酸钡》GB/T 1613—2008

项目		指标	
		Ⅰ类	Ⅱ类
硝酸钡[$Ba(NO_3)_2$]（以干基计)/%	≥	99.3	99.0
水分/%	≤	0.03	0.05
水不溶物/%	≤	0.05	0.10
铁(Fe)/%	≤	0.001	0.003
氯化物(以 $BaCl_2$ 计)/%	≤	0.05	—
pH 值		5.5～8.0	—
外观		白色结晶或粉末	白色结晶或粉末

【用途】 用于制造氧化钡、过氧化钡及其他钡盐，也用于制造光学玻璃和陶器釉药等。可做炸药、绿色烟火、信号弹和曳光弹。也可用在防腐、化学试剂及医药方面，还用于金属热处理的低温盐浴中。

【制法】

（1）硝酸-碳酸钡法　碳酸钡与硝酸进行反应，加入适量烧碱除去三价铁离子，再将溶液加热至95℃以上澄清，清液经冷却结晶，过滤（母液循环），在250℃下干燥、粉碎，即得硝酸钡成品。其反应式如下：

$$BaCO_3 + 2HNO_3 \longrightarrow Ba(NO_3)_2 + H_2O + CO_2\uparrow$$

（2）硝酸盐法　以硝酸铵和氯化钡为原料进行反应，再将溶液冷却到25℃结晶，经过滤、洗涤、干燥，即得硝酸钡成品。其反应式如下：

$$BaCl_2 + 2NH_4NO_3 \longrightarrow Ba(NO_3)_2 + 2NH_4Cl$$

【安全性】

毒性：本品助燃，高毒。

刺激性　家兔经眼：100mg/24h，中度刺激。家兔经皮：500mg/24h，轻度刺激。

健康危害：误服后表现为恶心、呕吐、腹痛、腹泻、脉缓、头痛、眩晕等。严重中毒出现进行性肌麻痹、心律紊乱、血压降低、血钾明显降低等。可死于心律紊乱和呼吸肌麻痹。肾脏可能受损。大量吸入本品粉尘亦可引起中毒，但消化道反应较轻。燃烧分解时放出有毒的氮氧化物气体。粉尘能引起肺部和支气管的慢性炎症。

急救措施：食入时饮足量温水，催吐。用2%～5%硫酸钠溶液洗胃，导泻。就医。眼睛和皮肤接触后立即用大量水冲洗。

防护措施：作业工人应该佩戴防尘口罩、眼镜、手套、防护服。生产车间或实验室应装备送排风设备。

包装方法：采用铁桶包装，内包装采用聚乙烯塑料薄膜袋。每桶净含量25kg或50kg。

贮存运输：氧化剂。属5.1类危险化学品，危规编号51060。UN No.1446。应贮存于干燥、通风的库房内，避免阳光直射。远离火种、热源。禁止与易（可）燃物、还原剂、酸类、碱类、食用化学品混贮。贮区应备有合适的材料收容泄漏物。运输过程中应有遮盖物，防止雨淋、受潮和阳光直射。包装桶不得倒置、碰撞。禁止与酸类、易燃物、有机物、还原剂、自燃物、遇湿易燃物等混运。

消防措施：火灾初期可用大量水施救。如大量硝酸盐溶化或熔融时，用水扑救可致熔融物大面积喷溅，消防人员应佩戴防毒面具、穿全身消防服。

【生产单位】 河北辛集化工集团有限责任公司，青岛红星化工集团有限责任公司，洛阳中原化工有限责任公司，山西省交城县三喜化工有限公司，重庆市川渝矿业有限责任公司，自贡市达成化工制造有限公司，山东海化华龙硝铵有限公司，重庆福斯达化工有限公司。

Aa015 高纯硝酸钡

【英文名】 barium nitrite，high purity

【结构式】 $Ba(NO_3)_2$

【分子量】 261.34

【物化性质】 参见硝酸钡。

【质量标准】 企业标准 XH/ZJ-01—2013

项目		指标
硝酸钡[以 $Ba(NO_3)_2$ 计]/%	≥	99.5
水分/%	≤	0.10
水不溶物/%	≤	0.010
铁(Fe)/%	≤	0.0002
氯化物(以 $BaCl_2$ 计)/%	≤	0.005
锶(以 Sr 计)/%	≤	0.50
粒度/μm		按客户要求

【用途】 高纯硝酸钡主要用于TFT-LCD玻璃基板，高档光学玻璃、水晶玻璃，烟

花，化学试剂，制造其他高档钡盐原料。也可用在防腐、化学试剂及医药方面，还用于金属热处理的低温盐浴中。

【制法】 复分解法：将碳酸钡与硝酸进行反应制得硝酸钡结晶，将硝酸钡结晶重新溶解，除杂后再结晶、过滤、干燥得到高纯硝酸钡。其反应式如下：

$$BaCO_3 + 2HNO_3 \longrightarrow Ba(NO_3)_2 + H_2O + CO_2\uparrow$$

【安全性】 参见硝酸钡。

【生产单位】 河北辛集化工集团有限责任公司，湖北石花天友科技有限公司，青岛益丰源化工有限公司。

Aa016 钛酸钡

【别名】 偏钛酸钡

【英文名】 barium titanate；barium metatitanate

【结构式】 $BaTiO_3$

【分子量】 233.21

【物化性质】 白色或淡黄色粉末。溶于浓硫酸、盐酸及氢氟酸，不溶于热的稀硝酸、水和碱。有多种晶形。最常见的是四方晶系晶体，相对密度 6.017，熔点 1625℃。六方晶系晶体相对密度 5.806。有毒！是一种重要的铁电体，在低于 120℃时具有铁电性质。介电常数很高。

【质量标准】 化工行业标准《电子工业用高纯钛酸钡》HG/T 3587—2009

项目		HBT-01	HBT-02	HBT-03	HBT-04	HBT-05
电镜平均粒径/μm	≤	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
比表面积/(m^2/g)		9.00～12.00	5.00～6.50	3.40～3.70	2.50～2.80	2.00～2.30
粒度分布D_{50}/μm		0.10～0.20	0.30～0.50	0.55～0.70	0.65～0.80	0.85～1.10
氧化钡与二氧化钛摩尔比(BaO/TiO_2)		1.000±0.005	1.000±0.005	1.000±0.005	1.000±0.005	1.000±0.005
钛酸钡($BaTiO_3$)/%	≥	98.6	99.7	99.7	99.7	99.7
氧化锶(SrO)(以干基计)/%	≤	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200
氧化钠(Na_2O)(以干基计)/%	≤	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015
氧化钾(K_2O)(以干基计)/%	≤	0.0015	0.0015	0.015	0.0015	0.0015
氧化铝(Al_2O_3)(以干基计)/%	≤	0.0050	0.0050	0.0050	0.0050	0.0050
氧化铁(Fe_2O_3)(以干基计)/%	≤	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030
氧化镁(MgO)%(以干基计)/%	≤	0.0050	0.0050	0.0050	0.0050	0.0050
氧化钙(CaO)%(以干基计)/%	≤	0.0050	0.0050	0.0050	0.0050	0.0050
二氧化硅(SiO_2)/%	≤	0.0060	0.0060	0.0060	0.0060	0.0060
水分/%	≤	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
灼烧减量/%	≤	1.50	0.45	0.45	0.45	0.45
结晶度(c/a)		1.005	1.005	1.005	1.005	1.005
粒子形貌		球形或近似球形	球形或近似球形	球形或近似球形	球形或近似球形	球形或近似球形

【用途】 广泛用在电子工业中，可用于制造非线性元件、介质放大器、电子计算机的记忆元件，也用于制造体积很小、电容很大的微型电容器。还可用作制造超声波

发生器等部件的材料。

【制法】

（1）草酸沉淀法　将精制四氯化钛溶液和精制氯化钡溶液混合后，在 70～100℃下，加入精制草酸（配比：$TiCl_4$ ∶ $BaCl_2$ ∶ $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ 为 1∶1∶2）进行反应，生成草酸氧钛钡沉淀，经过滤、洗涤、干燥，在 700～1000℃进行煅烧，再经筛分，得到钛酸钡成品。其反应式如下：

$$BaCl_2 + TiCl_4 + 2H_2C_2O_4 + 5H_2O \longrightarrow BaTiO(C_2O_4)_2 \cdot 4H_2O\downarrow + 6HCl$$

$$BaTiO(C_2O_4)_2 \cdot 4H_2O \longrightarrow BaTiO_3 + 4H_2O + 2CO_2\uparrow + 2CO\uparrow$$

（2）固相法　将碳酸钡与二氧化钛混合（1∶1）研磨后，挤压成型，于1200℃进行煅烧，煅烧物再经粉碎、湿磨、压滤、干燥、研磨，制得粉体钛酸钡成品。反应式如下：

$$BaCO_3 + TiO_2 \longrightarrow BaTiO_3 + CO_2\uparrow$$

【安全性】

毒性：有毒。

急性毒性：大鼠-(口服) LD_{50} ＞12000mg/kg；小鼠-(腹腔) LD_{50} 为 420mg/kg。

防护措施：作业工人应该佩戴防尘口罩、眼镜、手套、防护服。

包装方法：用内衬聚乙烯塑料袋的木桶或编织袋包装，每桶（袋）净含量 25kg 或 50kg。

贮存运输：属无机有毒品。应贮存在干燥、清洁的库房中。应密封保存，注意防潮。勿与酸类共贮混运。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

消防措施：失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 河北辛集化工集团有限责任公司，青岛红星化工集团有限责任公司，山东国瓷功能材料股份有限公司，上海典扬实业有限公司，无锡凯茂电子材料有限公司。

Aa017 锌钡白

【别名】 立德粉

【英文名】 lithopone

【结构式】 $ZnS + BaSO_4$

【分子量】 330.80

【物化性质】 白色粉末，是硫化锌和硫酸钡的混合物。相对密度 4.136～4.39。不溶于水，与硫化氢和碱溶液不起作用，遇酸易分解产生硫化氢气体。在空气中易氧化，受潮后结块变质。洁白度、遮盖力较强。

【质量标准】 1. 国家标准《立德粉》GB/T 1707—2012

项目		B301	B302	B311	B312	C201
以 ZnS 计的总锌和硫酸钡的总和/%	≥	99	99	99	99	93
以 ZnS 计的总锌/%	≥	28	28	30	30	18
氧化锌/%	≤	0.8	0.3	0.3	0.2	0.5
105℃挥发物/%	≤	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
水溶物/%	≤	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
筛余物(63μm 筛孔)/%	≤	0.1	0.1	0.1	0.05	0.1
颜色		与商定的参照颜料相近				
水萃取液酸碱度		与商定的参照颜料相近				
吸油量	≤	商定				
消色力(与商定的参照颜料比)		商定				
遮盖力(对比率)		商定				

2. 国际标准 ISO 473—1982

项目	指标
	色漆用
总锌(以 ZnS 计):	
lithopone 30% ⩾	28
lithopone 60% ⩾	58
氧化锌(以 ZnO 计)/% ⩽	1
以 ZnS 计的总锌 + $BaSO_4$/% ⩾	99
挥发物(105℃)/% ⩽	0.5
水溶性物质/% ⩽	0.5
筛余物(63μm)/% ⩽	0.1
色泽	很接近双方同意的试样
水萃取液的碱度	很接近双方同意的试样
吸油量	在双方同意的范围内
消色力	在双方同意的范围内
遮盖力	在双方同意的范围内

【用途】 无机白色颜料。广泛用作聚烯烃、乙烯基树脂、ABS 树脂、聚苯乙烯、聚碳酸酯、尼龙和聚甲醛等塑料及油漆、油墨的白色颜料。用于橡胶制品、漆布、皮革、纸张、搪瓷等的着色。

【制法】 重晶石煅烧法：先配制硫化钡溶液（参见硫化钡）；另外将硫酸和氧化锌反应，加入高锰酸钾和锌粉精制，经压缩后得到硫酸锌溶液；再加入配制的硫化钡溶液混合进行复分解反应，得到硫化锌与硫酸钡的混合物沉淀；然后，沉淀物经压滤、煅烧、湿磨、干燥、粉碎，制得锌钡白成品。其反应式如下：

$$ZnSO_4 + BaS \longrightarrow ZnS + BaSO_4$$

【安全性】

包装方法：用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋包装，每袋净含量 25kg。

贮存运输：贮存于阴凉、通风、干燥的库房中。应注意防热、防潮。与酸类物品分开存放。搬运时轻装轻卸，防止包装破损。

消防措施：失火时，可用水、各种灭火器扑救。

【生产单位】 柳州锌品股份有限公司，河北玉环化工有限公司，廊坊百利联钛白粉制造有限公司，湘潭红燕化工有限公司，上海跃江钛白化工制品有限公司，广州华立颜料化工有限公司，广西梧州鸳江立德粉有限责任公司。

Ab 硼化合物

硼化合物是无机盐工业的一个重要系列产品，广泛用于轻工、冶金、机械、化工、电子、纺织、医药、建材、能源、国防等工业部门。硼砂、硼酸等产品又是现代农业生产中不可缺少的重要微量元素肥料。一些硼化合物也是农药，如杀虫剂、杀菌剂、除草（莠）剂、脱叶剂及土壤消毒剂等的重要成分。

硼化合物生产最基本的原料是各种天然的含硼资源，如含硼的固体矿物、盐湖卤水和海水等。其中天然硼砂和硬硼钙石产量最大，其次是硼镁石、钠硼解石、白硼钙石和硅钙硼石等。世界硼矿资源主要分布在土耳其、美国、俄罗斯、智利和中国。美国地质调查局 2012 年统计资料显示：土耳其的硼矿储量居世界之首，为 6000 万吨（以 B_2O_3 计，下同）；美国和俄罗斯居第二位，均为 4000 万吨；智利跃居第三位，为 3500 万吨；中国居第四位，为 3200 万吨；秘鲁 400 万吨，阿根廷 200 万吨，伊朗 100 万吨，玻利维亚和哈萨克斯坦储量不明，全球总储量约为 2.1 亿吨。

硼矿加工的最初产品一般为硼砂或硼酸，其他硼化合物产品则是这两个母体产品的衍生产品，世界总硼产量基本保持在 300 万吨上下，其中美国和土耳其分别约占 45%和 40%，俄罗斯 7.5%，包括中国、阿根廷的其余几个国家约占 7.5%。我国硼化合物工业建立于 20 世纪 50 年代中期，现有厂矿企业数十家，产品几十种，总产量仅次于美国、土耳其和俄罗斯，居世界第 4 位，西欧和日本等一些发达国家缺乏硼资源，大都依靠进口矿石或硼砂、硼酸深加工成其他硼化物。

我国拥有较丰富的硼矿资源，分布于全国 13 个省市自治区，目前能利用的仅 4 种，占总储量的 10%左右。多年来，工业上主要使用辽宁、吉林的硼镁石矿，品位低、组成复杂，为此，我国自行开发了独特的碱法加工硼镁矿制取硼砂的工艺路线，并经历了常压碱解法、加压碱解法和碳碱法三个发展阶段。现普遍采用的碳碱法工艺仍在进行不断改进。我国硼酸主要用硼砂硫酸或者硝酸法中和法制得。也有利有高品位的西部硼矿或者进口的硼钙石进行加工。

目前，世界上已商品化的硼化合物产品大约有 60 多种，其中产量最大

的是硼砂、硼酸。由于无机硼化合物具有许多优异的物化性质，国外正在研制的硼化合物精细产品达数十种，如各种非金属和金属及稀土元素硼化物、硼氢化物、硼酸盐和氟硼酸盐等，以高纯、微细、功能产品为主。与此同时，各种含硼新型结构材料、功能材料、复合材料等发展迅速，而且在各个工业部门，特别是高新技术领域中开始获得应用。

Ab001 无定形元素硼

【别名】 无定形硼

【英文名】 boron，amorphous

【结构式】 B

【原子量】 10.81

【物化性质】 参见晶体元素硼。

【质量标准】 参考标准

项目名称	一级品	二级品	三级品
总硼/% ≥	95	92	90
水溶性硼含量/% ≤	0.6	0.8	1.0
pH 值(10%水溶液)	6～7.8	6～7.5	6～7.5
水分/% ≤	1.0	1.0	1.0
过氧化氢不溶物/% ≤	0.70	0.70	1.50
外观	淡棕色至灰黑色粉末		

【用途】 参见晶体元素硼。

【制法】 无定形元素硼在制造方法中有卤化硼氢气还原法、氢化硼裂解法以及氟硼酸盐熔融盐电解法。

镁还原法：置于不锈钢盘上的硼酸在管式炉内减压下匀速升温至250℃脱水成硼酐，粉碎至80目后与镁粉按3∶1（质量比）充分混合，然后在管式炉中于850～950℃进行还原反应。反应物料用水浸泡2d，再在盐酸中煮沸4h，水洗，再经两次酸洗和水洗得粗硼粉（85%）。加数倍量的硼酐在800～850℃反应3～4h，然后用水洗去过量的硼酐，再经酸洗和水洗、过滤、烘干，制得无定形元素硼成品。其反应式如下：

$$2H_3BO_3 \longrightarrow B_2O_3+3H_2O$$

$$B_2O_3+3Mg \longrightarrow 2B+3MgO$$

【安全性】

急性毒性：无定形硼粉在给大鼠吸入165mg/m^{3}或结晶形粉尘150～178mg/m^3，连续4个月，每天4h，结果引起生长缓慢，在肝、脑部都发生病理性变化。即使是11～12mg/m^{3}的浓度也有轻度病理性变化。

健康危害：本品属于极易燃物品、有害物品。避免与皮肤和眼睛接触。无定形元素硼被肠道吸收较快，吸收率也较高，大部分从尿中排出；从健康皮肤表面吸收，但是速度较慢；经创伤面吸收也快。急性中毒表现为消化道刺激症状，皮肤疹状及中枢神经系统抑制。

防护措施：保护呼吸器官、眼及皮肤，并定期做好体格检验。

包装贮运：聚乙烯塑料瓶、铝塑袋外加纸箱或金属桶包装，或根据用户要求而定。贮存于干燥、通风的库房中，防潮、防霉、防破，远离火源。

【生产单位】 辽宁硼达精细化工有限公司，营口天元化工研究所股份有限公司，营口辽滨精细化工有限公司，丹东市化工研究所有限责任公司。

Ab002 晶体元素硼

【别名】 晶体硼

【英文名】 boron crystalline

【结构式】 B

【原子量】 10.81

【物化性质】 灰黑色带有光泽的晶体。其温度和晶形的关系是：＞1300℃为高温菱形（β型）；1000～1300℃为四方晶形；800～1000℃为低温菱形晶体（α型）。相对密度2.34～2.37。熔点2300℃，升华温

度2550℃。不溶于水、盐酸、乙醇和乙醚。可溶于冷的浓碱溶液中并分解出氢气。能被浓硝酸、浓硫酸和王水氧化成硼酸。化学性质比较活泼。在空气中和常温下稳定，加热至300℃被氧化，700℃即着火。燃烧时火焰呈红色，微量气化的硼火焰呈绿色。在高温时能与氧、氮、硫、卤素及碳相互作用。可与许多金属直接化合，生成金属硼化物。与有机化合物反应可生成—B—C—或—B—O—C—化合物。

【质量标准】 参考标准

项目名称	指标
硼(B)/% ≥	80

【用途】 主要用于特种合金钢的冶炼，也可作熔融铜中气体的清除剂、原子反应堆中的控制棒和制火箭燃料；在电子工业中，引燃管的引燃极中要掺杂元素硼；还可用于医药、陶瓷工业及有机合成的催化剂。是制取多种硼化物的原料。

【制法】 铝还原法：将工业硼砂在常压下置于温度750℃以上的熔融炉里脱水成无水硼砂，经冷却、粗碎并细碎到规定的细度，按配料比与硫黄和铝粉充分混合，投入铸铁反应炉，在高温下进行反应。冷却后将熔块从炉中取出，粉碎，先用盐酸浸洗，再用氢氟酸浸洗，然后水洗和碱洗(5%氢氧化钠溶液)，最后再用水洗。分离、干燥，得晶体元素硼成品。其反应式如下：

$$Na_2B_4O_7+4Al \longrightarrow 4B+Na_2Al_2O_4+Al_2O_3$$

【安全性】

燃爆危害：在生产过程中特别要注意安全，铝粉可燃烧，易导致爆炸，故应注意通风贮存，防止接近火源和潮湿；另外，所用引燃剂为硫，它与氧化物接触形成爆炸混合物，应将其贮存于通风良好的室内。元素硼有可燃性，应做好防火。

包装贮运：聚乙烯塑料瓶、铝塑袋外加纸箱或金属桶包装，或根据用户要求而定。贮存于干燥、通风的库房中，防潮、防霉、防破，远离火源。

【生产单位】 北京晶澳琪鑫硼制品研发中心，保定中普瑞拓科技有限公司。

Ab003 高纯元素硼

【别名】 高纯硼

【英文名】 boron for high purity

【结构式】 B

【原子量】 10.81

【物化性质】 参见晶体元素硼。

【质量标准】 参考标准

项目名称	指标
硼(B)/% ≥	99.99

【用途】 用作半导体掺杂剂、高纯试剂等。

【制法】 高纯元素硼制造方法中有卤化硼(如BCl_3、BBr_3)氢气还原法和氢化钠还原法。

氢化钠还原法：先是在氢化反应器中由氢气和金属钠制得氢化钠，然后加入带有搅拌器和冷凝器的反应器中，稍加热后缓缓滴加三氟化硼乙醚络合物，生成的乙硼烷气体经干燥、精制后送入电加热的石英玻璃裂解器中，在高温下裂解析出元素硼。其反应式如下：

$$2Na+H_2 \longrightarrow 2NaH$$

$$6NaH+8BF_3\cdot(C_2H_5)_2O \longrightarrow 6NaBF_4+B_2H_6+8(C_2H_5)O$$

$$B_2H_6 \longrightarrow 2B+3H_2$$

【安全性】

燃爆危害：氢化钠还原法生产过程的中间产物二硼烷(乙醚烷)为无色气体，有厌恶的甜味，为反应活性很高的易燃气体，能与空气形成爆炸混合物，爆炸极限0.8%～88%；二硼烷燃点极低，在室温下潮湿空气中能自然，剧毒；对呼吸器官

有强烈的刺激，并使肺部充血，允许浓度0.1。操作时要戴隔绝式呼吸器，存放和运输时要防止产生电火花，避免接近明火或热源。容器更换时必须用氯气置换，用钢瓶贮存，严防外泄；另一个中间产物氢化钠为易燃固体，暴露于潮湿的空气中会发生自燃。接触对皮肤有强烈刺激性。操作时要着全身防护服，应存放于通风良好、阴凉干燥的库房内。

包装贮运：用聚乙烯塑料瓶外套纸箱包装。每瓶净重 5g 或 100g。应贮存在通风、干燥的库房中。防止包装破损、密封防潮，远离火源。其他参见无定形元素硼。

灭火方法：失火时禁止用水、二氧化碳、干粉灭火剂或卤素灭火剂灭火，应用金属粉、石墨或白云石掩盖窒息灭火。

【生产单位】 辽宁硼达精细化工有限公司，营口辽滨精细化工有限公司。

Ab004 硼 10 同位素

【别名】 硼 10

【英文名】 boron10 isotope

【结构式】 ^{10}B

【原子量】 10.81

【物化性质】 ^{10}B 在自然界中的天然纯度为 19.4%，^{11}B 为 80.6%。具有对热中子的抵抗能力，其性能较混凝土高500倍，较铅高 20 倍。对热中子的俘获截面值为 4010 靶，而 ^{11}B 的俘获截面值仅为 50 毫靶。硼 10 同位素以三氟化硼乙醚络合物［$^{10}BF_3$ $(C_2H_5)_2O$］的形式存在，或者以固体状态的 ^{10}B、$H_3{}^{10}BO_3$ 存在。

【质量标准】 参考标准

项目名称	指标
硼 10(^{10}B)丰度/% ≥	95

【用途】 可用于中子计数管，在核反应堆中用作防护屏、调整棒及燃料加入剂，在医药方面可治疗癌症。

【制法】 化学交换法：用氟硼酸盐法制取三氟化硼乙醚络合物，经蒸馏精制后，将络合物加入 ^{10}B 分离装置的蒸馏釜中，加热蒸馏，并在分离柱中不断进行交换分离，^{10}B 逐渐富集于液相，成为浓缩的 ^{10}B 乙醚络合物，由蒸馏釜中抽出，制得产品。其反应式如下：

$$(C_2H_5)_2O \cdot BF_3 \underset{冷}{\overset{热}{\rightleftharpoons}} (C_2H_5)_2O + BF_3$$

$$^{10}BF_3 + {}^{11}BF_3 \cdot O(C_2H_5)_2 \longrightarrow {}^{11}BF_3 + {}^{10}BF_3 \cdot O(C_2H_5)_2$$

【安全性】

毒性与防护：参见三氟化硼乙醚络合物。

包装贮运：用聚乙烯塑料瓶外套木箱包装。每瓶净重 250g 或 500g。应贮存在通风、干燥的库房中、密封存放，要远离火源。

【生产单位】 大连博恩坦科技有限公司。

Ab005 工业硼酸

【别名】 原硼酸；正硼酸

【英文名】 boric acid，technical

【结构式】 H_3BO_3

【分子量】 61.83

【物化性质】 实际上是氧化硼的水合物($B_2O_3 \cdot 3H_2O$)，为白色粉末状结晶或三斜轴面的鳞片状带光泽结晶。有滑腻手感，无臭味。相对密度 1.435(15℃)。溶于水、酒精、甘油、醚类及香精油中。在水中的溶解度随温度升高而增大，并能随水蒸气挥发，在无机酸中的溶解度要比在水中的溶解度小。加热至 70～100℃ 时逐渐脱水生成偏硼酸，150～160℃ 时生成焦硼酸，300℃ 时生成硼酸酐（B_2O_3）。

【质量标准】 国家标准 GB/T 538—2006

指标名称		优等品	一等品	合格品
外观		工业硼酸应为白色粉末状结晶或三斜轴面的鳞片状带光泽结晶		
硼酸(H_3BO_3)/%		99.6～100.8	99.4～100.8	99.0
水不溶物含量/%	≤	0.010	0.040	0.060
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)/%	≤	0.01	0.20	0.30
氯化物(以 Cl^- 计)/%	≤	0.010	0.050	0.10
铁(Fe)/%	≤	0.0010	0.0015	0.0020
氨(NH_3)/%	≤	0.30	0.50	0.70
重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.001	—	—

注：1. 氨含量是碳氨法硼酸的必检项目，其他方法生产的硼酸免检。

2. 如果用户不要求，重金属项目可免检。

【用途】 大量用于玻璃（光学玻璃、耐酸玻璃、耐热玻璃、绝缘材料用玻璃纤维）工业，可以改善玻璃制品的耐热、透明性能，提高机械强度，缩短熔融时间。在搪瓷、陶瓷业中，用以增强搪瓷产品的光泽和坚牢度，也是釉药和颜料的成分之一。冶金工业中作添加剂、助溶剂，特别是硼钢具有高硬度和良好的轧延性，可以代替镍钢。硼酸有防腐性，可作防腐剂，如木材防腐。在金属焊接、皮革、照相等行业以及染料、耐热防火织物、人造宝石、电容器、化妆品的制造方面都用到它。还可作杀虫剂和催化剂用。农业上含硼微量元素肥料对许多作物有肥效，能增进作物品质和提高产量。硼酸也是生产其他硼化物的基本原料之一，由它生产的硼化合物广泛应用于国防及其他工业部门和科研单位。

【制法】

（1）一步法工艺　是以硫酸为分解剂处理高品位硼镁矿石（尤其是西藏硼镁矿），经酸解、过滤、冷却、结晶、脱水、干燥制得硼酸的工业过程。母液经回收分离出硫酸镁，返回利用。工艺成熟，且具有流程短，设备投资少，操作简单等优点，但对矿石品位要求高，硼镁分离不彻底，硼收率偏低。

（2）二步法工艺　又分为硼砂硫酸中和法和硼砂硝酸中和法。硫酸硼砂法以洗水和母液溶解硼砂（十水物或五水物），然后加硫酸反应，在生成硼酸的同时生成副产物硫酸钠；经过滤所获酸化液为 H_3BO_3-Na_2SO_4-H_2O 体系。溶液经冷却、结晶、脱水、干燥制得硼酸。母液经浓缩，并在不同的温度条件下结晶可收得十水芒硝和无水芒硝，母液循环使用。化学反应方程式如下：

$$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O + H_2SO_4 \longrightarrow 4H_3BO_3 + Na_2SO_4 + 5H_2O$$

【安全性】

急性毒性：硼酸对人体有毒，内服影响神经中枢、上呼吸道、消化器官及肝脏等，严重时导致死亡。致死最低量：人类口服 640mg/kg，人类皮肤 8600mg/kg，人类静脉内 29mg/kg，婴儿口服 200mg/kg。中毒时出现恶心呕吐、腹痛腹泻、虚脱及发红等症状。最高允许浓度为 $10mg/m^3$。

急救措施：不慎溅至眼睛及皮肤时，则用水流冲洗眼睛，用肥皂及水彻底洗涤皮肤；如咽下，则洗胃后再用盐类导泻。

防护措施：操作时应穿戴口罩、橡胶手套及工作服。

包装方法：用内衬聚乙烯塑料薄膜袋的塑料编织袋包装。每袋净重 50kg。

贮存运输：应贮存在清洁干燥的库房内，不得露天堆放，应避免雨淋或受潮。应装

在篷车、船舱或带篷的汽车内运输，不应与潮湿物品和其他有色的原料混合堆置，运输工具必须清洁干燥。

【生产单位】 上海金胤集团有限公司，山东嘉成硼业新型材料科技有限公司，青海利亚达化工厂，宽甸东信化工有限公司，金玛（宽甸）硼矿有限公司，青海中天硼锂矿业有限公司。

Ab006 专用硼酸

【别名】 电容器硼酸；高纯硼酸；药用硼酸；摄影用硼酸

【英文名】 boric acid for condenser（电容器硼酸）；boric acid for high purity（高纯硼酸）；boric acid for medicine（药用硼酸）；boric acid for photographic grade（摄影用硼酸）

【结构式】 H_3BO_3

【分子量】 61.83

【物化性质】 参见工业硼酸。

【质量标准】

1. 电容器硼酸 企业标准 沪 Q/ⅡG 11—124—82

指标名称		指标
硼酸(H_3BO_3)/%	≥	99.5
水不溶物/%	≤	0.005
甲醇不挥发物/%	≤	0.05
氯化物(以 Cl^- 计)/%	≤	0.0001
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)/%	≤	0.0005
磷酸盐(PO_4^{3-})/%	≤	0.001
钙(Ca)/%	≤	0.005
铁(Fe)/%	≤	0.0005
重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.0005
砷(以 As 计)/%	≤	0.0002

2. 高纯硼酸 国家标准 GB 2299—80

续表

指标名称	指标
硼酸(H_3BO_3)/%	99.5
杂质最高含量(澄清度试验)	合格
水不溶物	5×10^{-3}
钛(Ti)	5×10^{-6}
铬(Cr)	2×10^{-5}
乙醇溶液试验	合格
氢氟酸不挥发物(以硫酸盐计)	1.5×10^{-2}
氯化物(Cl^-)	5×10^{-4}
硫酸盐(SO_4^{2-})	2×10^{-3}
磷酸盐(PO_4^{3-})	1×10^{-4}
硅酸盐(Si)	2×10^{-4}
钙(Ca)	2×10^{-4}
钠(Na)	1×10^{-3}
镁(Mg)	5×10^{-5}
铝(Al)	2×10^{-4}
钾(K)	1×10^{-3}
锰(Mn)	1×10^{-5}
铁(Fe)	5×10^{-5}
钴(Co)	5×10^{-5}
镍(Ni)	5×10^{-5}
铜(Cu)	5×10^{-6}
锌(Zn)	5×10^{-5}
砷(AS)	5×10^{-5}
银(Ag)	2×10^{-6}
镉(Cd)	6×10^{-5}
锡(Sn)	5×10^{-5}
铅(Pb)	5×10^{-5}
铋(Bi)	2×10^{-5}

3. 药用硼酸（《中华人民共和国药典》2010 年版）

指标名称		指标
硼酸(H_3BO_3)/%	≥	99.5
溶液的澄清度		合格
乙醇溶液的澄清度		合格
氯化物(以 Cl^- 计)/%	≤	0.010
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)/%	≤	0.040
磷酸盐(以 PO_4^{3-} 计)/%	≤	0.010
钙盐/%	≤	0.010
镁盐/%	≤	0.010
铁盐/%	≤	0.001
重金属/%	≤	0.0001
酸度	pH	3.5～4.8

4. 摄影用硼酸 国家标准 GB/T 22406—2008

指标名称		指标
硼酸(H_3BO_3)/%	≥	99.0
水溶液外观		合格
灼烧失量/%	≤	0.3
铁(Fe)/%	≤	0.002
重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.002

【用途】 用于电容器制造及电子元件工业，高纯分析试剂，药用消毒防腐及配制已曝光感光材料冲洗加工药液。

【制法】 重结晶法 将工业硼酸溶于蒸馏水中，经除杂、提纯、过滤、结晶、离心分离、干燥制得成品。

【安全性】

毒性与防护：参见工业硼酸。

包装贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋包装。

【生产单位】 郑州得尔硼业化工有限公司，上海云岭化工厂。

Ab007 碳化硼

【别名】 人造金刚石

【英文名】 boron carbide

【结构式】 B_4C

【分子量】 55.26

【物化性质】 灰黑色粉末。相对密度 2.52，熔点 2350℃，沸点＞3500℃。与酸、碱溶液不起反应，具有高化学位、中子吸收、耐磨及半导体导电性。是对酸最稳定的物质之一，在所有浓或稀的酸或碱水溶液中都稳定。用硫酸、氢氟酸的混合酸处理后，在空气中 800℃煅烧 21h，可完全分解并形成三氧化二硼。未经处理的则稳定。在氧气中加热至 1000℃时缓慢氧化而形成二氧化碳和三氧化二硼。当有一些过渡金属及其碳化物共存时，有特殊的不稳定性。在 1000～1100℃条件下元素周期表中第Ⅳ副族、第Ⅴ副族和第Ⅵ副族过渡金属与碳化硼粉末强烈反应形成金属硼化物。在硝酸存在下用氢氧化钠、氢氧化钾、碳酸钠、碳酸钾熔融时，碳化硼容易分解和制成溶液。

【质量标准】 机械行业标准《普通磨料碳化硼》JB/T 3294—2005

粒度范围	化学组成/%					
	B_4C	$B_总$	$C_总$	B_2O_3	$C_游$	Fe_2O_3
F4～F90	≥95.00	≥76.00	≥20.00	≤0.20	≤1.50	≤0.25
F100～F220	≥96.00	≥77.00	≥20.50	≤0.15	≤2.00	
F230～F600	≥95.00	≥76.50	≥20.00	≤0.15	≤3.00	
F800～F1200	≥92.00	≥75.00	≥20.00	≤0.20	≤4.00	

注：1. 粗磨粒 F4～F220 粒度组成应符合 GB/T 2481.1 的规定。

2. 微粉 F230～F1200 粒度组成应符合 GB/T 2481.2 的规定。

【用途】 用于硬质合金、蓝宝石等硬质材料的磨削、研磨、钻孔及抛光，金属硼化物的制造以及冶炼硼钢、硼合金和特殊焊接等。

【制法】 碳热还原法是将石墨、煤粉碎后，与硼酸按 0.5∶0.5∶3 的配料比放入球磨机充分混匀后，置于单相双极卧式电弧炉内，在 1700～2300℃下进行碳化反应；反应完成后，出料、冷却、破碎、选取、热水洗涤，再经粗碎、磨粉、酸洗（温度不低于 80℃，12h）后，用水洗至中性，然后用沉降和串联水洗法选分、干燥、筛分，制得碳化硼成品。其反应式如下：

$$4H_3BO_3+7C \longrightarrow B_4C+6CO\uparrow+6H_2O$$

【安全性】 本品为非危险品，对健康及环境无害。

包装贮运：用聚乙烯塑料盒包装。每盒净

重0.5kg或1kg，或纸袋装、桶装25kg。应贮存在清洁干燥的库房中。

【生产单位】 金玛硼业牡丹江金刚钻碳化硼有限公司，郑州嵩山硼业科技有限公司，牡丹江前进碳化硼有限公司，牡丹江新晟碳化硼磨料有限公司，敦化市正兴磨料有限责任公司。

Ab008 氮化硼

【英文名】 boron nitride

【结构式】 BN

【分子量】 24.82

【物化性质】 白色松散粉末。相对密度2.25，升华温度3000℃。是最简单的硼氮高分子化合物，主要有六方和立方两种晶形。与石墨性质相似，有良好的电绝缘性、导热性和耐化学腐蚀性。抗氧化性能甚强，在高温时也具有良好的润滑性，是一种优良的高温固体润滑剂。具有很强的中子吸收能力。化学性质稳定，对几乎所有的熔融金属都呈化学惰性。氮化硼不溶于冷水，与水煮沸时水解非常缓慢，产生少量硼酸和氨。与弱酸和强碱在室温时均不起反应，微溶于热酸，用熔融的氢氧化钾处理方能分解，氯气也只能在赤热的条件下方与它起反应。能耐高温至2000℃。具备便于机械加工的优良性能。立方晶形氮化硼硬度与金刚石相当，在1500～1600℃高温中稳定性优于金刚石。

【质量标准】 参考标准Q/YLH 001—2006

规格	BN含量	B_2O_3	粒度
			$D_{50}/\mu m$
A级	≥99%	≤0.4%	≤0.5～30
B级	≥98%	≤0.5%	≤0.5～30
C级	≥97%	≤0.5%	≤0.5～30

【用途】 氮化硼具有多种优良性能，广泛应用于高压高频电及等离子弧的绝缘体、自动焊接耐高温支架的涂层、高频感应电炉的材料、半导体的固相掺和料、原子反应堆的结构材料、防止中子辐射的包装材料、雷达的传递窗、雷达天线的介质和火箭发动机的组成物等。由于具有优良的润滑性能，可用作高温润滑剂和多种模型的脱模剂。模压的氮化硼可制造耐高温坩埚和其他制品。可作超硬材料，适用于地质勘探、石油钻探的钻头和高速切削工具。也可用作金属加工研磨材料，具有加工表面温度低、部件表面缺陷少的特点。氮化硼还可用作各种材料的添加剂。由氮化硼加工制成的氮化硼纤维，为中模数高功能纤维，是一种无机合成工程材料，可广泛使用于化学工业、纺织工业、宇航技术和其他尖端工业部门。

【制法】

（1）三氯化硼氨气气相沉积法　将制得的三氯化硼和氢气一起同加热到一定温度的氨气充分混合，在规定要求的反应温度下于反应器中进行反应，然后再在较高的温度下，在氨气流中继续加热一定时间，制得氮化硼成品。其反应式如下：

$$BCl_3 + 2NH_3 \longrightarrow BN + 2HCl + NH_4Cl_2$$

（2）硼砂氯化铵法　将硼砂在450℃和压力79993Pa下进行脱水，氯化铵预先在110～120℃下烘干，分别粉碎到40目细度。按无水硼砂和氯化铵质量比为1∶0.59进行配料，混合并加压成型。然后，送入反应炉中，并通入过量的氨，在1050℃下进行反应，生成氮化硼粗晶，经粉碎、过筛、水洗、过滤、干燥后，制得氮化硼成品。其反应式如下：

$$Na_2B_4O_7 + 2NH_4Cl + 2NH_3 \longrightarrow 4BN + 2NaCl + 7H_2O$$

立方晶形氮化硼的制造可用六方晶体做原料，加入镁粉，在氢化锂粉添加剂参加下，在高压高温下进行反应制得。

【安全性】 本品为非危险品，对健康及环境无害。

包装贮运：铝塑袋或聚乙烯塑料瓶包装，每份1kg；或纸箱包装，每份10kg。应贮存在通风良好的干燥库房内，防止受潮。

运输时应装入木箱内，以免损坏受潮。

【生产单位】 营口天元化工研究所股份有限公司，营口辽滨精细化工有限公司，丹东市化工研究所有限责任公司，辽宁硼达精细化工有限公司，青州市方圆氮化硼厂。

Ab009 氧化硼

【别名】 硼酸酐；三氧化二硼；无水硼酸

【英文名】 boric oxide；boric anhydride

【结构式】 B_2O_3

【分子量】 69.62

【物化性质】 无色玻璃状晶体或粉末。常压法与减压法（真空法）制得的产物外观不同，前者为坚韧的固体，后者为多孔疏散性固体。表面有滑腻感，无味。相对密度2.46。可溶于酸、乙醇、热水，微溶于冷水。对热稳定，白热时也不被碳还原，但碱金属以及镁、铝皆能使之还原成单质硼。加热至600℃时，可变成黏性很大的液体。在空气中可强烈地吸水，生成硼酸。可与若干种金属氧化物化合而形成具有特征颜色的硼玻璃，能与碱金属、铜、银、铝、砷、锑、铋的氧化物完全混溶。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
氧化硼(B_2O_3)/%	≥	98.8
氧化硅(SiO_2)/%	≤	0.3
钠(Na)/%	≤	0.1
氧化铝(Al_2O_3)/%	≤	0.2
氧化铁(Fe_2O_3)/%	≤	0.1
氧化钙(CaO)/%	≤	0.05
附着水(包括结晶水)/%	≤	0.75
粒度(246μm 以下)/%	≥	90

【用途】 用作硅酸盐分解时的助熔剂，半导体材料的掺杂剂，耐热玻璃器皿和油漆耐火添加剂。是制取元素硼和各种硼化合物的原料。在冶金工业上用于合金钢的生产。可用作有机合成的催化剂，高温用润滑剂的添加剂以及化学试剂等。

【制法】

（1）常压法　将硼酸送入加热釜内，升温，硼酸徐徐脱水。当温度升到107.5℃时变为偏硼酸（HBO_2），升温到150～160℃时转变为四硼酸（$H_2B_4O_7$），650℃以上则熔体产生大量泡沫，最终将温度保持在800～1000℃，灼烧脱水到物料呈红色并不再鼓泡为止。熔料相对密度为1.52。这时开启抽丝机进行抽丝，温度控制在700～900℃。然后将抽丝机上的氧化硼丝用退切机切断，包装，得氧化硼成品。其反应式如下：

$$2H_3BO_3 \longrightarrow B_2O_3 + 3H_2O$$

（2）真空法　将硼酸置于不锈钢盘中，放入烘箱内先烘1.5h，再升温至150℃，加热4h。加热过程中要经常翻动，使其脱水均匀。接着将物料移出，冷却，粉碎，然后置于真空烘箱中，保持密封，在220℃下加热1.5h，再升温至260℃，并加热4h。再将物料冷却、粉碎，放入管式炉中，加热温度控制在280℃，在真空下脱水4h，制得氧化硼产品。其反应式如下：

$$2H_3BO_3 \longrightarrow B_2O_3 + 3H_2O$$

【安全性】 毒性：中毒。

急性毒性：小鼠-(口服）LD_{50}为3163mg/kg。小鼠-(腹腔）LD_{50}为1868mg/kg。

刺激性　兔-(皮肤）1000mg。兔-(眼睛)：50mg。

健康危害：可刺激鼻、眼及皮肤，引起结膜炎、红疹。

急救措施：食入时给患者饮大量水催吐(昏迷者除外)，清洗，就医。

防护措施：工作环境与其他低毒的一般粉尘相同的允许浓度值为10mg/m^3。选用适当呼吸器，戴护目镜，穿防护服。

包装方法：内塑料袋外编织袋或聚乙烯塑料桶包装。包装上要有“严防潮湿”标志。

贮存运输：应贮存在通风、干燥的库房中。与石灰分开存放。各层聚乙烯塑料袋要分别扎紧，聚乙烯塑料桶加盖盖紧。贮运时要严格防潮，防雨淋。

消防措施：失火时，可用砂土和二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 营口天元化工研究所股份有限公司，营口辽滨精细化工有限公司，营口市银隆矿产品有限公司，宽甸东信化工有限公司，辽宁硼达精细化工有限公司。

Ab010 硼化锆

【别名】 二硼化锆

【英文名】 zirconium boride

【结构式】 ZrB_2

【分子量】 112.846

【物化性质】 本品为灰色结晶或粉末，相对密度 6.085，熔点为 324.5℃。耐高温，常温和高温下强度均很高。耐热震性好，电阻小，高温下抗氧化。

【质量标准】 参考标准 企业规格（陶瓷粉体）

指标名称	指标
二硼化锆(ZrB_2)/%	95.0
氧(O)/%	1.0
比表面积/(m^2/g)	2.0～3.0
碳(C)/%	1.0
平均粒径/μm	3.0

【用途】 一般用作复合材料，用于切削工具电气和电子材料元件。

【制法】 制备方法主要有四种：①金属锆和硼直接反应；②碳化硼法；③碳还原法；④气相沉积法。工业合成硼化锆主要采用②和③，其反应式如下：

$$3ZrO_2+B_4C+8C+B_2O_3 \longrightarrow 3ZrB_2+9CO$$

【安全性】 硼化锆有毒，最高允许浓度为 $2mg/m^3$，中毒后有肝、肾及营养障碍性改变。

包装及贮运：二硼化锆用铁桶包装，桶盖须严密牢固。

【生产单位】 丹东市化工研究所有限责任公司，丹东日进科技有限公司，上海龙津金属材料有限公司。

Ab011 硼化钛

【别名】 二硼化钛

【英文名】 titanium boride

【结构式】 TiB_2

【分子量】 69.498

【物化性质】 本品为灰色六方结晶，相对密度 4.50，熔点为 2900℃。硬度和强度均很高，耐热震性好，电阻小，不易被熔融金属侵蚀。

【质量标准】 参考标准 企业规格（陶瓷粉体）

指标名称	指标
二硼化钛(TiB_2)/%	95.0
氧(O)/%	1.0
比表面积/(m^2/g)	2.0～3.0
碳(C)/%	1.0
平均粒径/μm	3.0

【用途】 粉状用于火箭喷管、电气接触和高温电极材料，也可用作磨料。

【制法】

（1）碳化硼法　又称为碳热还原法，其反应式如下：

$$2TiO_2+B_4C+3C \longrightarrow 2TiB_2+4CO$$

（2）气相沉积法　以 $TiCl_4$ 和 BCl_3 为原料，在 H_2 参与下，沉积温度为 800～1000℃，可以制得磨料级和电子级产品，反应式如下：

$$TiCl_4+2BCl_3+5H_2 \longrightarrow TiB_2+10HCl$$

【安全性】 产品无毒。

包装及贮运：用铁桶包装，桶盖须严密牢固。

【生产单位】 丹东市化工研究所有限责任公司，丹东日进科技有限公司，锦州联友金属微粉有限公司，青州龙基特陶新材料有限公司。

Ab012 三溴化硼

【别名】 溴化硼

【英文名】 boron tribromide

【结构式】 BBr_3

【分子量】 250.54

【物化性质】 常温下为无色透明或稍带黄色的具有强烈刺激臭味的发烟液体。相对密度 2.6431，熔点－46℃，沸点（91.3±0.25）℃。溶于四氯化碳。易被水和醇等分解，受热会爆炸，对人体组织有强烈刺激作用，其蒸气剧毒，腐蚀性较强，具有强吸水性，见光、遇热易分解，接触空气冒白烟。为强路易斯酸，能与碱反应形成络合物和加成物。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
三溴化硼(BBr_3)/%	≥	99.999
镁(Mg)/%	≤	0.00002
铝(Al)/%	≤	0.00002
硅(Si)/%	≤	0.00003
磷(P)/%	≤	0.00001
钛(Ti)/%	≤	0.000003
铬(Cr)/%	≤	0.000003
锰(Mn)/%	≤	0.000003
铁(Fe)/%	≤	0.00002
钴(Co)/%	≤	0.000003
镍(Ni)/%	≤	0.000003
铜(Cu)/%	≤	0.000005
锌(Zn)/%	≤	0.0001
镓(Ga)/%	≤	0.000003
钼(Mo)/%	≤	0.000003
银(Ag)/%	≤	0.000003
铟(In)/%	≤	0.000003
锡(Sn)/%	≤	0.000003
金(Au)/%	≤	0.000003
铊(Ti)/%	≤	0.000003
铅(Pb)/%	≤	0.000003

【用途】 用作半导体的掺杂材料，有机合成的催化剂、中间体和溴化剂。是制造高纯硼及其他有机硼化合物的原料。

【制法】 直接合成法：将干燥的元素硼粉装入管式反应炉的反应管中，为使反应能充分进行，反应管内应放入一定量的填料，填料材质与管壁同。将反应管加热至850℃，另外将溴素在溴釜中也同时加热至微沸，然后通入反应管。反应生成的溴化硼液体在脱溴器中与活性炭、锌粉和铝屑共同加热回流至生成的溴化硼为无色为止，再经粗馏、精馏，制得完全无色的溴化硼成品。其反应式如下：

$$2B+3Br_2 \longrightarrow 2BBr_3$$

【安全性】

环境危害：本品不燃，受热或遇水分解，放出有毒的腐蚀性气体，有时会发生爆炸。具有腐蚀性。

健康危害：三溴化硼对人体组织有强烈的刺激作用，其蒸气剧毒，腐蚀性较强。

急救措施：严禁吸入蒸气。中毒后迅即送往医院治疗。

防护措施：操作时穿戴好防毒面具、手套和防护服。

包装方法：用玻璃安瓿封装、安瓿瓶外普通木箱。每支为 15mL、20mL 或 25mL。塑料瓶或金属桶外加木板箱，或者陶瓷罐外加板箱包装。

贮存运输：属无机其他腐蚀物品，危规编号：GB 8.1 类 81059。UN No.2692；IMDG CODE 8127 页，8.1 类。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，远离火种、热源，容器要密封保存，贮运时严禁重放、碰撞或摩擦，切勿受潮。严禁与可燃物、碱类、潮湿物、食用化学品等混装混运混存。

消防措施：失火时用灭火剂：干粉、二氧化碳、干燥砂土。禁止用水。

【生产单位】 唐山城帆坤硼粉加工有限公司，保定中普瑞拓科技有限公司。

Ab013 三氯化硼

【别名】 氯化硼

【英文名】 boron trichloride
【结构式】 BCl_3
【分子量】 117.17
【物化性质】 无色透明带有强烈臭味的液体。相对密度 1.349（11℃），熔点 −107.3℃，沸点 12.5℃。遇水分解生成氯化氢和硼酸，并放出大量热量，在湿空气中因水解而生成烟雾。三氯化硼反应能力较强，能形成多种配位化合物，具有较高的热力学稳定性，但在放电作用下，会分解形成低价的氯化硼。在大气中，三氯化硼加热能和玻璃、陶瓷起反应，也能和许多有机物反应形成各种有机硼化合物。
【质量标准】 国家标准《电子工业气体三氯化硼》GB/T 17874—2010

项目	指标
三氯化硼(BCl_3)纯度(体积分数)/$\times10^{-2}$ ≥	99.9995
氧+氩(O_2+Ar)含量(体积分数)/$\times10^{-6}$ <	1
氮(N_2)含量(体积分数)/$\times10^{-6}$ <	4
一氧化碳(CO)含量(体积分数)/$\times10^{-6}$ <	0.5
二氧化碳(CO_2)含量(体积分数)/$\times10^{-6}$ <	0.2
甲烷(CH_4)含量(体积分数)/$\times10^{-6}$ <	0.5
总杂质含量(体积分数)/$\times10^{-6}$ ≤	5
金属离子	供需双方商定
颗粒	供需双方商定

【用途】 可用以制造高纯硼、有机合成用催化剂、硅酸盐分解时的助熔剂，可对钢铁进行硼化。还可用来制造氮化硼及硼烷化合物。
【制法】 合成法：将干燥的元素硼粉放入管式反应炉的反应管里，先用惰性气体排除空气，然后加热至 300℃，通入少量氯气，在温度达到 650℃时，大量通入氯气，温度控制在 650～750℃。生成的三氯化硼由接收器用干冰冷却收集，再经精馏，制得三氯化硼成品。其反应式如下：

$$2B+3Cl_2 \longrightarrow 2BCl_3$$

【安全性】
健康危害：三氯化硼可由呼吸道和消化道以及渗透过皮肤进入人体内，腐蚀眼睛、呼吸道黏膜、皮肤，危及肝、肾及大脑，吸入毒烟（它与水或空气接触所产生的腐蚀性烟）会导致肺气肿，重者可致死，车间空气中有害物质的最高容许浓度为 $10mg/m^3$。
急救措施：中毒后迅速离开现场、半卧位休息，吸入新鲜空气，脱去被沾染衣服，用大量水冲洗污染处，尽快将中毒者送往医院治疗。
防护措施：操作时要戴好安全保护用品，防止呼吸道及眼睛受重伤。
包装方法：钢质气瓶；安瓿瓶外普通木箱。
贮存运输：属一级无机酸性腐蚀物品，不燃气体。危规编号：GB 2.2 类 22023。剧毒 GB 58—93 B 2203。UN No.1741；IMDG CODE 2107 页，2.2 类。副危险 8 类。应低温保存。长途运输应防震并冷藏，如遇破碎，则应按氯化氢防护措施处理。
灭火方法：该品不燃。切断气源。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：砂土。化学反应活性很高，遇水发生爆炸性分解，禁止用水或泡沫灭火。
【生产单位】 广州瑞合化工科技有限公司，江西湘樟化工有限公司，衡水润盈化工贸易有限公司，珠海市鑫洋化工有限公司。

Ab014 三氟化硼

【英文名】 born tifluoride
【结构式】 BF_3

【分子量】 67.805

【物化性质】 无色、不燃、也不助燃的窒息性气体。相对密度 2.99。遇潮湿空气则生成浓密的白烟。对热很稳定。在 −100℃时为无色液体，在 −160℃时为白色固体。氟化硼分子是平面结构，原子间的三个键都是等值而无极性的。易溶于浓硫酸、浓硝酸、煤油、苯、三氯甲烷、四氯化碳、四氯乙烷、二硫化碳和硝基苯等有机溶剂，也易溶于水而且分解成硼酸和氟硼酸，并放出热量。氟化硼化学性质很活泼，它的反应可分为两类：导致氟化硼分子分解的反应；氟化硼分子不改变本身的组成而整个地进入新生成的化合物中的反应。氟化硼能与许多金属氧化物反应。在一般情况下，与钢不起作用。三氟化硼是不饱和的共价化合物，它倾向于再加成一个氟离子而转变成四氟硼酸。也能与氨、二氧化硫、氢化钠等发生加成反应。

【质量标准】

1. 国家标准《电子工业用气体 三氟化硼》GB/T 14603—2009（直接反应法生产）

项目	指标	
三氟化硼(BF_3)纯度(摩尔分数)/×10^{-2} ≥	99.999	99.995
氮(N_2)含量(摩尔分数)/×10^{-6} <	2	20
氧+氩(O_2+Ar)含量(摩尔分数)/×10^{-6} <	1	10
二氧化碳(CO_2)含量(摩尔分数)/×10^{-6} <	1	5
四氟化碳(CF_4)含量(摩尔分数)/×10^{-6} <	1	5
四氟化硅(SiF_4)含量(摩尔分数)/×10^{-6} <	5	10
总杂质含量(摩尔分数)/×10^{-6} ≤	10	50
颗粒	供需双方商定	供需双方商定

2. 国家标准《电子工业用气体 三氟化硼》GB/T 14603—2009（热分解法生产）

项目	指标
三氟化硼(BF_3)纯度(摩尔分数)/×10^{-2} ≥	99.995
氮(N_2)+氧(O_2)+氩(Ar)含量(摩尔分数)/×10^{-6} <	10
二氧化碳(CO_2)含量(摩尔分数)/×10^{-6} <	10
二氧化硫(SO_2)含量(摩尔分数)/×10^{-6} <	10
四氟化硅(SiF_4)含量(摩尔分数)/×10^{-6} <	20
硫酸盐(SO_4^{2-})含量(摩尔分数)/×10^{-6} <	8
总杂质含量(摩尔分数)/×10^{-6} ≤	50
颗粒	供需双方商定

注：产品质量保质期为 18 个月。

【用途】 主要用作有机反应催化剂，如酯化、烷基化、聚合、异构化、磺化、硝化等。铸镁及合金时的防氧化剂。是制备卤化硼、元素硼、硼烷、硼氢化钠等的主要原料。还用于电子工业中半导体器件和集成电路的离子注入和掺杂，也用于制造火箭的高能燃料。

【制法】 氟硼酸钾、硼酐、硫酸热分解法：将氟硼酸钾和硼酐一起研磨均匀，按一定的配料比加入反应器中，再加入浓硫酸，不断搅拌，使固体和液体混合均匀，逐渐加热，到一定程度便有氟化硼产生。在温度达到 40℃左右时，反应物开始沸腾，当温度达到 93～130℃时，产生的气体最多。生成的氟化硼气体净化后进入收集器中。其反应式如下：

$$6KBF_4+B_2O_3+6H_2SO_4 \longrightarrow 8BF_3+6KHSO_4+3H_2O$$

【安全性】

毒性：有毒，兼有氟化氢与硼两者的

毒性。

急性毒性：小鼠吸入 LC_{50}：3460mg/m³，2h。

环境危害：三氟化硼反应性极强，遇水发生爆炸性分解。与金属、有机物等发生激烈反应，冷时也能腐蚀玻璃。三氟化硼加热或与湿空气接触会分解形成有毒和腐蚀性的烟（氟化氢），高毒。

健康危害：急性中毒时主要症状有干咳、气急、胸闷、胸部紧迫感；部分患者出现恶心、食欲减退、流涎；吸入量多时，有震颤及抽搐，亦可引起肺炎。气体刺激性强，能严重刺激眼睛和呼吸道，并能腐蚀皮肤，造成灼伤。

急救措施：应使吸入气体的患者迅速脱离污染区，用水冲洗眼、鼻和口，脱去污染的衣物，并速送医院急救；眼睛受刺激用水冲洗 15min 以上，并送医院诊治；皮肤接触先用水冲洗，再用肥皂彻底洗涤，如有灼伤送医院救治。

预防措施：环境最高允许浓度 3mg/m³。正常工作情况下，佩戴过滤式防毒面具（全面罩）。高浓度环境中，必须佩戴空气呼吸器或氧气呼吸器。穿戴面罩式胶布防毒衣。戴橡胶手套。

包装方法：用钢瓶包装。容量为 1kg、2kg 或 30kg（瓶内压力为 12MPa）。

贮存运输：有毒气体。危规编号：GB 2.3 类 23018。剧毒 GB 58—93 B 1101。UN No.1008；IMDG CODE 2107 页，2.3 类。副危险 6.1 类（水合物：GB 8.1 类 81057。UN No.2851；IMDG CODE 8129 页，8 类）。贮存于阴凉、通风、干燥的库房内，冷藏。与氧化剂、碱土金属、烷基硝酸酯和石灰分开存放，沿地面通风。容器保持密闭。

灭火方法：灭火时，用干粉、干砂、二氧化碳、泡沫、1211 灭火剂。

【生产单位】 淄博双联化工有限公司，淄博市临淄鑫强化工有限公司，滨州凯孚化工有限公司，北京合力开拓化工有限公司。

Ab015 三氟化硼乙醚

【别名】 三氟化硼乙醚络合物

【英文名】 boron trifluoride etherate

【结构式】 $(C_2H_5)_2O \cdot BF_3$

【分子量】 141.94

【物化性质】 暗褐色液体。相对密度 1.125（25℃），熔点 －60.4℃。沸点 125.7℃。在潮湿空气中易分解。易燃，有毒，有腐蚀性。

【质量标准】 参考标准（企业标准）

指标名称	指标
三氟化硼(BF_3)/%	46.8～47.8
水(H_2O)/% ≤	0.3

【用途】 用作有机合成中烃化和缩合反应等的催化剂（如顺丁橡胶、聚甲醛、古马隆、合成树脂等），也用作制造硼氢高能燃料或提取同位素硼的基本原料，还用作环氧树脂固化剂等。

【制法】 吸收法：将硼酸与发烟硫酸和萤石粉一起加热进行反应，生成三氟化硼气体，再用乙醚吸收，减压精馏，制得三氟化硼乙醚络合物成品。其反应式如下：

$$3H_2SO_4 + 2H_3BO_3 + 3CaF_2 \longrightarrow 2BF_3 + 3CaSO_4 + 6H_2O$$

$$BF_3 + (C_2H_5)_2O \longrightarrow (C_2H_5)_2O \cdot BF_3$$

【安全性】 毒性及其他特性参见三氟化硼。

包装方法：采用塑料桶外加木箱包装，或密闭不锈钢罐包装。包装上须贴“腐蚀、易燃液体”标签。

贮存运输：属一级易燃液体。危规编号：其他腐蚀品，GB 8.3 类 83005。UN No.2604，IMDG CODE 8128 页，8.3 类。副危险 3 类。应密封包装。贮存在阴凉、干燥的库房中。远离热源和火种，严禁泄漏，防止受潮。存放时间不宜过长，颜色会变深。

消防措施：失火时，用水喷淋冷却容器

壁，但不能直接与水接触。可用干粉、二氧化碳和四氯化碳灭火剂扑救。

【生产单位】 山东淄博市鑫强化工有限公司，滨州凯孚化工有限公司，东营旭本科厚化工有限公司。

Ab016 五硼酸铵

【英文名】 ammonium pentaborate

【结构式】 $NH_4B_5O_8 \cdot 4H_2O$

【分子量】 272.15

【物化性质】 无色斜方晶系双锥晶类结晶。相对密度 1.567。可溶于水，不溶于醇。在 0～90℃时是稳定的固体。加热至 90℃以上时则分解释放出氨气。加热至 150℃时，75%的结晶水失去，有小于 1%的氨损耗。在温度 200℃和压力 133.322Pa 时，仅含结晶水 4.85%，逸损的氨量为 2%。在高温时转化为带有少量氨的氧化硼。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标	
	工业级	电容器级
五硼酸铵($NH_4B_5O_8 \cdot 4H_2O$)/% ≥	98	
氧化硼(B_2O_3)/%		62.5～64.5
氨(NH_3)/%		6.15～6.35
pH 值		8.2～8.4
氯化物(Cl^-)/% ≤		0.00005
硫酸盐(SO_4^{2-})/% ≤		0.0004
硝酸盐(NO_3^-)/% ≤		0.0005
铁(Fe)/% ≤		0.0003
重金属(以 Pb 计)/% ≤		0.0005

【用途】 主要用于电信器材、金属保护、玻璃制造、木材加工、高温技术、防火剂、洗涤剂、医药以及矿冶、纺织等工业部门和科研领域。也用于硼化物中间体的合成。

【制法】

（1）碳氨法 将焙烧后的硼镁矿粉与碳酸氢铵于密闭反应器中加热反应，料浆过滤，滤液送到蒸氨塔回收过量的氨，蒸氨到氨硼摩尔比（NH_3 ∶ B_2O_3）为 1 ∶（2.3～2.5），再经减压蒸发（温度不超过 70℃），冷却结晶、离心分离，在 70℃以下干燥，制得五硼酸铵成品。其反应式如下：

$$2MgO \cdot B_2O_3 + 2NH_4HCO_3 + H_2O \xrightarrow{\text{氨解}} 2(NH_4)H_2BO_3 + 2MgCO_3 \downarrow$$

$$4(NH_4)H_2BO_3 \xrightarrow[\triangle]{\text{蒸氨}} (NH_4)_2B_4O_7 + 2NH_3 + 5H_2O$$

$$(NH_4)_2B_4O_7 \xrightarrow{\triangle} NH_4HB_4O_7 + NH_3$$

$$5NH_4HB_4O_7 \xrightarrow{\triangle} 4NH_4B_5O_8 + NH_3 + 3H_2O$$

（2）复分解法 将硼酸放入用液氨配制的氨水等溶液中，在沸腾的温度下进行反应。为保证反应的进行，氨水应适当过量。待物料全部溶解后，将清液冷却、结晶、离心分离后，在低于 20℃条件下干燥，制得五硼酸铵成品。

【安全性】

包装方法：电容器级五硼酸铵用内衬两层聚乙烯塑料袋和一层牛皮纸袋外加聚丙烯编织袋包装。每袋净重 25kg。

贮存运输：应贮存在阴凉、干燥的库房中。远离热源和火种。包装密封，注意防潮，运输时要防雨淋、防日光曝晒。

【生产单位】 南通汇隆电子材料有限公司，南通恒兴电子材料有限公司。

Ab017 四硼酸锰

【别名】 硼酸锰

【英文名】 manganese borate

【结构式】 MnB_4O_7

【分子量】 210.18

【物化性质】 带红光的白色粉末。相对密度 2.5。溶于稀酸，稍溶于水及氢氧化钠，微溶于油，不溶于醇。长时间和水作用则分解。吸潮后，在空气中的氧化作用加快。对植物油有催干作用。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
外观		米白色(带有棕色)粉末
水分/%	<	4
干燥性(硼酸锰：3#油=1：1)		在105～110℃烘10min内表面结膜
流动性		与标准样接近

【用途】 用作油漆和熟油的干燥剂，是制造油墨和油漆催干剂的原料，也可用于玻璃和陶瓷工业。

【制法】 复分解法工业硼砂用水溶解，若溶液不清亮则过滤除去不溶性杂质，清液加入反应釜中，用水稀释至6.5°Bé(50℃)左右。工业硫酸锰加水溶解，将溶液调至8.6°Bé(68℃)，将清液加入已投入硼砂溶液的反应釜中，同时充分搅拌，即有白色硼酸锰沉淀生成。加料完毕后，继续搅拌反应1.5h，此时溶液pH值约为8。反应完成后料浆送去压滤，滤饼用甲醇与硼酸水溶液的混合液洗涤，然后在70～80℃下烘干，粉碎，制得硼酸锰产品。其反应式如下：

$$Na_2B_4O_7+MnSO_4 \longrightarrow MnB_4O_7+Na_2SO_4$$

【安全性】

包装方法：用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重25kg。

贮存运输：应贮存在阴凉干燥的库房中。包装密封，防潮。勿与酸类共贮混运。

【生产单位】 上海刘氏医药科技有限公司，天津市华日化工有限公司。

Ab018 四硼酸钾

【别名】 硼酸钾

【英文名】 potassium tetraborate；potassium borate

【结构式】 $K_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$

【分子量】 323.55

【物化性质】 白色结晶。溶于水，微溶于醇。水溶液呈碱性。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标	
		分析纯	化学纯
四硼酸钾			
$(K_2B_4O_7 \cdot 5H_2O)$/%	≥	99.5	99
水不溶物/%	≤	0.005	0.01
氯化物(Cl^-)/%	<	0.001	0.002
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤	0.005	0.01
硝酸盐(NO_3^-)/%	≤	0.005	0.005
碳酸盐(CO_3^{2-})		合格	合格
钙(Ca^{2+})/%	≤	0.005	0.005
铁(Fe)/%	≤	0.0005	0.001
重金属(以Pb计)/%	≤	0.001	0.002
磷酸盐(PO_4^{3-})/%	≤	0.001	0.002
砷(As)/%	≤	0.0005	0.0005

【用途】 用于制造消毒剂，可作酪蛋白溶剂和抗磨添加剂，还可用作焊接助熔剂的成分和重氮型显影溶液的组分。在化学分析中，用作测定酸的滴定度的最适用标准物质。

【制法】 碳酸钾中和法：将溶解后的碳酸钾溶液置于反应罐中，在一定温度下缓慢加入硼酸进行反应，完毕后将溶液过滤，除去水不溶物。然后经冷却、结晶、离心分离、干燥，制得硼酸钾产品。进一步精制提纯，可制得试剂产品。其反应式如下：

$$4H_3BO_3+K_2CO_3 \longrightarrow K_2B_4O_7+6H_2O+CO_2$$

【安全性】

包装方法：用聚乙烯塑料瓶包装，每瓶净重0.5kg。

贮存运输：应贮存在通风、干燥的库房中。包装必须密封。运输和装卸时注意防止包装破损。

其他参见：十水四硼酸钠。

【生产单位】 常熟市东环化工有限公司，常熟金星化工有限公司。

Ab019 十水四硼酸钠

【别名】 硼砂

【英文名】 sodium tetraborate decahydrate
【结构式】 $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$
【分子量】 381.37
【物化性质】 无色半透明晶体或白色结晶粉末。无臭，味咸。相对密度 1.73。稍溶于冷水，较易溶于热水、甘油；微溶于乙醇、四氯化碳。水溶液呈碱性。在60℃时失去八个结晶水，在320℃时失去全部结晶水。在空气中可缓慢风化。熔融时成无色玻璃状物质。
【质量标准】 国家标准《工业十水合四硼酸二钠》GB/T 537—2009

项目	指标	
	优等品	一等品
主含量($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$)(质量分数)/% ≥	99.5	95.0
碳酸盐(以 CO_2 计)(质量分数)/% ≤	0.1	0.2
水不溶物(质量分数)/% ≤	0.04	0.04
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)(质量分数)/% ≤	0.1	0.2
氯化物(以 Cl^- 计)(质量分数)/% ≤	0.03	0.05
铁(Fe)(质量分数)/% ≤	0.002	0.005

【用途】 主要用于玻璃和搪瓷行业。在玻璃中，可增强紫外线的透射率，提高玻璃的透明度和耐热性能。在搪瓷制品中，可使瓷釉不易脱落而使其具有光泽。在特种光学玻璃、玻璃纤维、有色金属的焊接剂、珠宝的黏结剂、印染、洗涤（丝和毛织品等）、金的精制、化妆品、农药、肥料、硼砂皂、防腐剂、防冻剂和医药用消毒剂等方面也有广泛应用。它也是制取其他硼化合物的基本原料之一，几乎所有的含硼化合物都可经由硼砂制得，它们广泛应用于冶金、机械、轻工、纺织、电子、化工和军工等部门。

【制法】
(1) 碳碱法　将预处理的硼矿粉与碳酸钠溶液混合，在碳解器内进行反应，加入碳酸钠的量为理论量的 105%～110%。碳解器是夹套加热，反应压力控制在 0.5～0.6MPa、温度 130～135℃，反应时间 13～15h，二氧化碳浓度为 25%～30%，可直接使用经净化后的窑气。碳解后的料浆经过滤除去残渣，逆流洗涤，所得清溶液经浓缩（如果经逆流洗涤溶液浓度达到要求则不用浓缩），冷却结晶、离心分离、干燥，制得硼砂成品。其反应式如下：

$$2(2MgO \cdot B_2O_3)+Na_2CO_3+2CO_2+xH_2O \longrightarrow Na_2B_4O_7+4MgO \cdot 3CO_2 \cdot xH_2O$$

(2) 加压碱解法　将预处理的硼矿粉与氢氧化钠溶液混合（氢氧化钠量为理论量的 160%～200%），在装有搅拌器的碱解器内加温加压使之分解，反应压力 0.4MPa，反应时间 6～8h，碱解后的料浆用叶片真空过滤机过滤和逆流洗涤，然后通入二氧化碳进行碳化。碳化完成液再经冷却、结晶、分离、干燥，制得硼砂成品。其反应式如下：

$$2MgO \cdot B_2O_3+2NaOH+H_2O \longrightarrow 2NaBO_2+2Mg(OH)_2$$

$$4NaBO_2+CO_2 \longrightarrow Na_2B_4O_7+Na_2CO_3$$

【安全性】
健康危害：口服对人体有害，吸收到机体后有咳嗽、恶心、呕吐、腹泻、精神迟钝、肌肉痉挛、眼结膜充血、疼痛等症状。
急救措施：应急时，用大量水冲洗眼睛，清洗口腔，饮大量水，吸入新鲜空气，呼吸困难者做人工呼吸和送医院治疗。泄漏时清扫漏出物，再用大量水冲洗。
防护措施：工作环境应注意通风，适当进行防护，操作人员要戴密闭式安全眼镜、穿工作服等劳保用品。
包装方法：用内衬聚乙烯塑料薄膜袋的塑

料编织袋包装。每袋净重 50kg。
贮存运输：贮存在干燥清洁的库房中，避免雨淋或受潮。不应与潮湿物品或其他有色物料和酸混合堆放。应装在篷车、船舱或带篷汽车内运输，防雨淋。运输工具必须干燥、清洁。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损而受潮。
消防措施：失火时，可用水、砂土和二氧化碳灭火器扑救。
【生产单位】 凤城化工集团有限公司，辽宁宽甸东方化工有限公司，辽宁省金玛宽甸硼矿，辽宁宽甸丹硼化工厂，大石桥市华信化工有限公司，大石桥兴鹏复合肥有限公司。

Ab020 专用硼砂

【别名】 电容器硼砂；药用硼砂；摄影用硼砂
【英文名】 borax for condenser; borax for medicinal; borax for photographic grade
【结构式】 $NaB_4O_7 \cdot 10H_2O$
【分子量】 381.37
【物化性质】 参见十水四硼酸钠。
【质量标准】

1. 电容器硼砂 参考标准

指标名称		指 标
硼砂($NaB_4O_7 \cdot 10H_2O$)/%	≥	99.5
盐酸不溶物/%	≤	0.01
氯化物(以 Cl^- 计)/%	≤	0.0001
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)/%	≤	0.0005
磷酸盐(以 PO_4^{3-} 计)/%	≤	0.001
铁(Fe)/%	≤	0.0005
重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.0005

2. 药用硼砂 (《中华人民共和国药典》2005 年版)

指标名称		指 标
硼砂($NaB_4O_7 \cdot 10H_2O$)/%	≥	99.0～105.0
氯化物(以 Cl^- 计)/%	≤	0.020
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)/%	≤	0.040
碳酸盐与碳酸氢盐		合格
钙盐/%	≤	0.010
铁(Fe)/%	≤	0.003
重金属/%	≤	0.0010
溶液澄清度		合格

3. 摄影用硼砂 国家标准 GB/T 10555—89

指标名称		指 标
硼砂($NaB_4O_7 \cdot 10H_2O$)/%	≥	99.0
pH 值		9.1～9.3
水溶液外观		合格
重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.002
铁(Fe)/%	≤	0.003
硝酸银氨溶液反应		合格

【用途】 主要用于电容器制造，消毒防腐药；用于配制已曝光感光材料冲洗加工液。
【制法】 重结晶法：将工业硼砂溶于蒸馏水中，再经除杂提纯，过滤，结晶，分离，洗涤，干燥即得。
【安全性】
包装贮运：电容器硼砂用内衬聚乙烯塑料袋包装。药用硼砂用玻璃瓶包装。摄影用硼砂用内衬聚乙烯塑料膜袋的编织袋包装或用聚乙烯塑料瓶包装。应贮存在阴凉、干燥处。
其他参见：十水四硼酸钠。
【生产单位】 北京市燕京制药厂，上海云岭化工厂，天津市亚红化工有限公司。

Ab021 五水四硼酸钠

【别名】 五水硼砂
【英文名】 sodium tetraborate pentahydrate; borax pentahydrate
【结构式】 $Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$
【分子量】 291.29
【物化性质】 白色结晶粉末。相对密度 1.815。122℃时失去结晶水。在干燥空气中稳定，但在潮湿条件下缓慢吸收空气中

的水分而变成十水硼砂。具有杀菌、消毒、助熔及高温黏着性能。化学性质与十水四硼酸钠相似。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指　标
五水四硼酸钠($Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$)/%	≥	99.6
碳酸钠(Na_2CO_3)/%	≤	0.33
水不溶物/%	≤	0.015
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)/%	≤	0.011
氯化物(以 Cl^- 计)/%	≤	0.0067
铁(以 Fe_2O_3计)/%	≤	0.0025

【用途】 用作除草剂和土壤杀菌剂。在玻璃工业中用于制造光学玻璃和耐热耐腐蚀玻璃。在搪瓷工业中用作釉料，涂于金属表面，坚固耐用。在采矿工业和冶金工业中用作抗冻、抗凝剂。在有色金属工业中用作电解质的添加剂和有色金属的熔接剂。在陶瓷工业中用于制造釉料，效果良好。在化妆品中用作水的软化剂。用于防腐、防锈的阻化剂及其他硼化合物的制造等。

【制法】 重结晶法：在溶解结晶器内，用水或来自系统的一次母液（控制温度不低于 70℃）将十水硼砂溶解，加料时调整蒸汽压力，严格控制物料溶液温度不低于 65℃；料加完后，在此温度下继续维持 10min。将结晶析出的五水硼砂离心分离脱去母液，湿晶再经气流干燥（<120℃）后，制得五水硼砂成品。其反应式如下：

$$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O \longrightarrow Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O + 5H_2O$$

【安全性】 参见十水四硼酸钠。

【生产单位】 辽宁大石桥华信化工有限公司，辽宁宽甸丹硼化工厂，辽宁凤城市富华化工有限公司。

Ab022 无水四硼酸钠

【别名】 无水硼砂

【英文名】 sodium tetraborate anhydrous; borax anhydrous

【结构式】 $Na_2B_4O_7$

【分子量】 201.22

【物化性质】 白色结晶或玻璃体。α 斜方晶体，相对密度 2.28，熔点 742.5℃；β 斜方晶体，相对密度 2.75，熔点 664℃。吸湿性较强。溶于水，慢慢溶于甲醇，可形成浓度为 13%～16%的溶液。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指　标
四硼酸钠($Na_2B_4O_7$)/%	≥	98
氧化钠(Na_2O)/%	≥	30
三氧化二硼(B_2O_3)/%	≥	68
铁(Fe)/%	≤	0.003
氯(Cl)/%	≤	0.1
二氧化硫(SO_2)/%	≤	0.1
三氧化二铝(Al_2O_3)/%	≤	0.025
氧化钙(CaO)/%	≤	0.005
氧化镁(MgO)/%	≤	0.01
二氧化硅(SiO_2)/%	≤	0.2
水(H_2O)		无

【用途】 用于制造优质玻璃、搪瓷釉药、焊药、有色金属和合金的助熔剂等。

【制法】 熔融法：将工业硼砂放入熔融炉里，在常压下进行熔融脱水，脱水温度控制在 750℃以上。熔融的硼砂由熔融炉底部流出，在不锈钢槽内进行冷却，经颚式破碎机粗碎后，再经辊式破碎机细碎，筛选至要求的细度，制得无水硼砂成品。其反应式如下：

$$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O \xrightarrow{\triangle} Na_2B_4O_7 + 10H_2O\uparrow$$

【安全性】

包装贮运：用内衬聚乙烯塑料薄膜防潮层的多层纸袋包装。每袋净重 25kg。贮运时要注意严格防潮。其他参见十水四硼酸钠。

【生产单位】 营口辽滨精细化工有限公司，营口硼达精细化工有限公司，营口天元化工研究所股份有限公司。

Ab023 硼酸锌

【别名】 低水硼酸锌

【英文名】 zinc borate

【结构式】 $2ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 3.5H_2O$

【分子量】 434.62

【物化性质】 无规则（或菱形）白色或淡黄色粉末。不溶于水、乙醇、正丁醇、苯、丙酮，易溶于盐酸、硫酸、二甲亚砜。热稳定性好，易分散，无毒。除组成为 $2ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 3.5H_2O$ 的锌盐外，还有组成为 $2ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 7H_2O$、$ZnO \cdot B_2O_3 \cdot 2H_2O$ 及 $3ZnO \cdot 2B_2O_3 \cdot 5H_2O$ 等的锌盐，随制备方法而定。

【质量标准】

1. 参考标准

指标名称	指标			
	A 型		B 型	
	一级	二级	一级	二级
氧化锌(ZnO)/%	37.5±1.5	37.5±2.0	37.5±1.5	37.5±2.0
三氧化二硼(B_2O_3)/% ≤	48.0±1.5	48.0±2.0	48.0±1.5	48.0±2.0
游离水(H_2O)/% ≤	0.5	1.0	0.5	1.0
筛余量 (325 目)/% ≤	0.5	1.0		
(200 目)/% ≤			0.05	0.10
外观	白色粉末			

2. 企业标准 Q/ZWW 003—2008

项目/级别	ZB-2335($2BnO \cdot B_2O_3 \cdot 3.5H_2O$)	
	优级品	一级品
白度/%	99	96
外表水/% ≤	0.5	1
粒径/μm	3～5	3～5
氧化锌(ZnO)/%	37.0～40.0	
氧化硼(B_2O_3)/%	45.0～48.0	
灼烧失重/%	13.5～15.5	
细度(325 目筛余物)/% ≤	0.1	
密度/(g/cm^3)	2.67	
熔点/℃	980	
失结晶水温度/℃ >	320	
折射率	1.58	

【用途】 用于各种工程塑料、橡胶制品、涂料、纺织物等的阻燃剂，也用于医药、防水织物、陶瓷器釉药、涂料防霉剂、杀菌防霉剂、杀菌剂等。

【制法】

（1）氧化锌法　在已盛有一定浓度的硼酸介质溶液的结晶器中，投入一定配比的氧化锌和硼酸，在 80～100℃反应 5～7h，然后过滤洗涤，滤饼经干燥、粉碎后，制得硼酸锌成品。其反应式如下：

$$2ZnO+6H_3BO_3 \longrightarrow 2ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 3.5H_2O+5.5H_2O$$

（2）氢氧化锌法　在水和其他有机溶剂的存在下，将氢氧化锌和硼酸加入反应器中，在温度 100℃下，保温 6～10h。料液经过滤，得到的固体物用热水洗涤，干燥，制得硼酸锌成品。其反应式如下：

$$2Zn(OH)_2+6H_3BO_3 \longrightarrow 2ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 3.5H_2O+7.5H_2O$$

【安全性】 本品无毒，不腐蚀。

包装方法：用内衬聚乙烯塑料薄膜袋的编织袋包装。每袋净重 25kg。

贮存运输：应贮存在清洁干燥的库房中，贮存和运输中应避免雨淋。勿与酸类共贮混运。

【生产单位】 济南泰星精细化工有限公司，辽宁营口光大阻燃化工有限责任公司，潍坊远东橡塑科技有限公司，天津市新欣化工厂，山东博奥实业有限公司，淄博市淄川谊昌明化工厂，山东博山大和化工有限公司、济南上善精细化工有限公司。

Ab024 过硼酸钠

【英文名】 sodium perborate

【结构式】 $NaBO_2 \cdot H_2O_2 \cdot 3H_2O$（$NaBO_3 \cdot 4H_2O$）

【分子量】 153.86

【物化性质】 白色单斜晶系结晶颗粒或粉末。熔点63℃。可溶于酸、碱及甘油中，微溶于水，溶液呈碱性（pH10～11），水溶液不稳定，极易放出活性氧。在冷而干燥的空气中，纯度较高的过硼酸钠是较稳定的。在40℃或潮湿的空气中分解，并放出氧气。在63℃时溶于自身的结晶水而分解，并结成黏性固块。高于70℃时失去3个结晶水而形成一水物。在温度较高、有游离碱存在的情况下，容易分解。与稀酸作用，产生过氧化氢。以浓硫酸处理时，则放出氧及臭氧。也易被其他物质如氧化铅、二氧化锰、高锰酸钾、硝酸银、氧化铜、氧化钴及铂黑等催化分解。

【质量标准】 化工行业标准《工业过硼酸钠》HG/T 2518—2008

项目	指标	
	一水过硼酸钠	四水过硼钠
活性氧(O)(质量分数)/% ≥	15.1	10.0
pH值(30g/L溶液)	9.9～10.9	9.9～10.9
铁(Fe)/% ≤	0.0015	0.0015
稳定性/% ≥	82	82
堆积密度/(g/mL)	0.50～0.54	0.50～0.85

注：粒度指标由供需双方协商决定。

【用途】 常用作阴丹士林染料显色的氧化剂，原布的漂白、脱脂、医药上用作消毒剂和杀菌剂，也可用作媒染剂、洗涤剂助剂、脱臭剂、电镀液的添加剂、分析试剂、有机合成聚合剂，以及制牙膏、化妆品等。

【制法】 化学合成法：将固体氢氧化钠溶解后，与硼砂溶液混合，并用浓缩过的母液调节其溶液浓度为26°Bé，充分搅拌后经过滤除去不溶物，得偏硼酸钠溶液，打入反应器中，用母液调节成适宜的浓度后加入硅酸镁稳定剂，然后加入双氧水，控制双氧水的流量，在温度不超过35℃条件下进行反应。待反应完成后，冷却结晶，离心分离，干燥，制得过硼酸钠成品。其反应式如下：

$$Na_2B_4O_7 + 2NaOH + H_2O_2 + 11H_2O \longrightarrow 4NaBO_3 \cdot 4H_2O$$

【安全性】

健康危害：与过硼酸钠接触后有咽喉痛、咳嗽、呕吐、腹泻、意识丧失、皮肤及眼结膜充血、疼痛症状。

急救措施：不慎沾染时，立即离开现场，用大量水冲洗眼睛，脱去被沾染衣服，淋洗全身，必要时送医院治疗。泄漏时戴过滤式防护面具清扫漏出物，用大量水冲洗。

防护措施：应注意防护，防止粉尘弥散，戴好防护用品。不准在工作时进食、喝水或吸烟。

包装方法：用内衬两层聚乙烯塑料袋的塑料编织袋或木桶包装。每袋（桶）净重25kg或50kg。包装上应有明显的“氧化剂”标志。

贮存运输：属二级无机氧化剂，危规编号：GB 5.1 类 51505。UN No.3247；IMDG CODE 5185页，5.1类。应贮存在干燥、清洁、通风的库房内，库温不宜超过30℃，相对湿度不宜超过75%，本品受潮受热情况下容易分解。容器必须密封。不可在日光下曝晒，防止受潮结块或受热分解。不可与有机物共贮混运。不宜久贮。

消防措施：失火时可用水、砂土和二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 天津市长河化工有限公司，

浙江上虞市化学工业有限公司，上虞洁华化工有限公司，上海光铧科技有限公司。

Ab025 偏硼酸钡

【别名】 水合偏硼酸钡

【英文名】 barium metaborate

【结构式】 $Ba(BO_2)_2$

【分子量】 222.95

【物化性质】 白色斜方晶系的晶状粉末。相对密度 3.25～3.35，熔点 1060℃。微溶于水，易溶于盐酸。具有防锈、抗粉化、耐高温、防火和防霉等性能。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 3007—1999

指标名称	指标(涂料用)
氧化钡(BaO)/%	56～61
三氧化二硼(B_2O_3)/%	22～28
二氧化硅(SiO_2)/%	4～9
水可溶分/(g/100mL) ≤	0.30
水悬浮液 pH 值	9～10.5
筛余物(45 筛孔)/% ≤	0.5
吸油量/(g/100g 颜料)	20～35
挥发物/% ≤	1

【用途】 用于涂料工业中的底漆、面漆，是一种新型的防锈颜料，也用于陶瓷、造纸、橡胶和塑料等工业中。

【制法】 硼砂硫化钡法：将重晶石和煤粉的混合物料焙烧，经萃取器热水浸取，得硫化钡料液，再与硼砂水溶液和硅酸钠水溶液各自计量加入反应器中，三种物料加完后，将反应器密闭，升温至（110±5)℃，搅拌反应 2h 后，冷却至 70～80℃，沉淀物经离心分离、水洗、干燥、粉碎后，制得偏硼酸钡成品。其反应式如下：

$$BaSO_4 + 2C \longrightarrow BaS + 2CO_2\uparrow$$

$$2NaOH + 2BaS + Na_2B_4O_7 \longrightarrow 2Ba(BO_2)_2\downarrow + 2Na_2S + H_2O$$

【安全性】

毒性：有毒。

环境危害：在生产过程中所有原料有 BaS，它的水溶液呈强碱性，具有腐蚀性。遇酸类放出硫化氢。在潮湿空气中氧化。有毒，要注意防护。

包装方法：用内衬两层聚乙烯塑料袋外用编织袋或四层牛皮纸袋包装。每袋净重 20kg 或 25kg。

贮存运输：应贮存于阴凉、通风、干燥的库房内。严禁与油类物质一起堆放。

【生产单位】 榆次金泰钡盐化工有限公司，淄博市鲁川化工有限公司。

Ab026 偏硼酸钙

【别名】 水合偏硼酸钙；二硼酸钙

【英文名】 calcium metaborate

【结构式】 $CaO \cdot B_2O_3 \cdot 4H_2O$

【分子量】 197.7

【物化性质】 白色结晶。有三种水合物，即 $CaO \cdot B_2O_3 \cdot 6H_2O$、$CaO \cdot B_2O_3 \cdot 4H_2O$和 $CaO \cdot B_2O_3 \cdot 2H_2O$。加热时六水合物脱去水，101～120℃时失去 2 分子水而转变成四水合物，300℃时则转变成二水合物。四水合偏硼酸钙具有 $Ca[B(OH)_4]_2$结构。能溶于水、稀酸，水溶液呈碱性。

【质量标准】

1. 参考标准辽宁大石桥市硼制品厂执行标准

项目名称	指标	
	A 级	B 级
B_2O_3含量/%	42.5～43.5	40.5～41.5
CaO 含量/%	34.5～35.5	34±2
MgO 含量/% ≤	0.6	1.2
Na_2O 含量/% ≤	0.2	0.5
杂质(SiO_2,硫酸盐,Fe_2O_3,Al_2O_3)/% ≤	1.0	2.5
游离水分/% ≤	1.0	1.5
粒度	50 目全通过,200 目剩余≤15%	

注：B_2O_3、CaO、MgO、Na_2O 和杂质含量如用户有特殊要求可按合同执行。

2. 参考标准企业标准（Q/IAHB1—93）

指标名称	指标(无碱玻璃纤维用)	
	A 级	B 级
三氧化二硼(B_2O_3)/%	40.00±0.25	40.00±0.5
氧化钙(CaO)/%	27.00±2.00	25.00±2.00
氧化镁(MgO)/%	1.00±0.5	2.50±1.00
氧化铁(Fe_2O_3)/% ≤	0.10	0.1
碱金属/% ≤	0.20	0.20
粒度(0.28mm)	全通过(或按用户要求)	全通过(或按用户要求)
游离水含量/% ≤	1.00	1.00

【用途】 是无碱玻璃工业的新原料，也用于防锈涂料、阻燃剂、防霉剂以及制药工业等。

【制法】

（1）硼酸石灰乳法　先由生石灰消化制得约含10%CaO的石灰乳，计量投入合成器中，在搅拌下加入自多硼酸钠法制取硼酸过程中所得含硼酸溶液，控制物料B_2O_3/CaO为0.9～1，于40～65℃下进行反应。生成的偏硼酸钙沉淀经过滤、洗涤、干燥、粉碎，制得偏硼酸钙成品。其反应式如下：

$$2H_3BO_3+Ca(OH)_2 \longrightarrow CaO \cdot B_2O_3 \cdot 4H_2O$$

（2）硼酸铵石灰乳法　碳氨法制硼酸的氨解过滤液在适当加热下用压缩空气脱除剩余的碳酸氢铵，然后送入合成器中。再加来自消化器的石灰乳，搅拌反应。反应时控制硼钙比（B_2O_3/CaO）在0.9～1.1，温度60～65℃，反应时间约22h。生成的偏硼酸钙沉淀经过滤、干燥、粉碎后，制得偏硼酸钙成品。其反应式如下：

$$2MgO \cdot B_2O_3+2NH_4HCO_3+H_2O \longrightarrow 2NH_4H_2BO_3+2MgCO_3$$

$$2NH_4H_2BO_3+Ca(OH)_2 \longrightarrow CaO \cdot B_2O_3 \cdot 4H_2O+2NH_3\uparrow$$

【安全性】 硼酸钙经实验结果证明无毒。环境危害：生产过程采用碳氨时会有氨气放出，应注意不能泄漏。

包装方法：用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋包装。每袋净重50kg。

贮存运输：应贮存在干燥的库房中，防止受潮，包装密封。运输时要防雨淋。勿与酸类共贮混运。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

【生产单位】 辽宁大石桥市硼制品厂，淄博市鲁川化工有限公司。

Ab027 偏硼酸铅

【别名】 硼酸铅

【英文名】 lead metaborate; lead borate

【结构式】 $PbO \cdot B_2O_3 \cdot H_2O$

【分子量】 310.82

【物化性质】 白色结晶粉末，在160℃时失去结晶水。无水物相对密度为5.598。不溶于水及氢氧化钠，可溶于稀硝酸、醋酸。具有良好的干性和透明度。有毒！

【质量标准】 参考标准

指标名称	指　标	
	硼砂法	硼酸法
偏硼酸铅(以Pb计)/%	—	74～78
颜色	白色	白色
色光	接近标准样品	—
水分/% ≤	3	3
吸油量/%	46±3	25～30
干性试验/min ≤	3(与标准样品比较)	25
透明度	接近标准样品	—

【用途】 用于铅玻璃制造，防火涂料，油漆、油墨干燥剂，焊接剂和搪瓷工业等。

【制法】

（1）硼砂法　将硼砂加水，在溶解槽中加热溶解后，过滤除去不溶物，稀释至相对密度5.5°Bé，温度控制在49℃左右，送入反应器中，然后逐渐加入相对密度

11°Bé（75～80℃）左右的醋酸铅溶液（由氧化铅和醋酸制得），在加料过程中要充分搅拌，反应生成偏硼酸铅沉淀。经加水稀释、澄清漂洗三次后压滤，滤饼在80℃下烘至含水量在3%以下，粉碎至要求的细度，制得偏硼酸铅成品。其反应式如下：

$$Pb(Ac)_2+Na_2B_4O_7\cdot 10H_2O \longrightarrow PbO\cdot B_2O_3\cdot H_2O+2NaAc+2H_3BO_3+6H_2O$$

（2）硼酸法　氧化铅经筛分后加入稀硝酸，搅拌使其溶解，反应生成硝酸铅。过滤除渣，滤液则加入氨水调节pH为8，生成氢氧化铅沉淀，沉淀物经水洗后，加入盛有硼酸溶液的反应器中，并加入适量甘油，在搅拌下使氢氧化铅与硼酸充分反应，生成偏硼酸铅，经压滤分离、干燥、粉碎，制得偏硼酸铅成品。其反应式如下：

$$PbO+2HNO_3 \longrightarrow Pb(NO_3)_2+H_2O$$

$$Pb(NO_3)_2+2NH_4OH \longrightarrow Pb(OH)_2\downarrow+2NH_4NO_3$$

$$Pb(OH)_2+2H_3BO_3 \longrightarrow PbO\cdot B_2O_3\cdot H_2O+3H_2O$$

【安全性】　偏硼酸铅有毒，具有明显的亲迷走神经作用。操作时应穿戴必要的防护用品。

包装方法：用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装。每桶净重40kg。

贮存运输：应贮存在阴凉、干燥的库房内。禁止与食品、医药和强酸共贮混运。

【生产单位】　国药集团化学试剂有限公司，无锡中坤生化科技有限公司。

Ab028 偏硼酸镁

【别名】　硼酸镁

【英文名】　magnesium metaborate; magnesium borate

【结构式】　$Mg(BO_2)_2\cdot H_2O$

【分子量】　127.98

【物化性质】　无色斜方晶体或白色粉末。溶于酸，微溶于水。

【质量标准】　参考标准

指标名称		指标（化学纯）
偏硼酸镁[$Mg(BO_2)_2\cdot H_2O$]/%	≥	98.5
盐酸不溶物/%	≤	0.02
氯化物(以Cl^-计)/%	≤	0.005
硫酸盐(以SO_4^{2-}计)/%	≤	0.02
铁(Fe)/%	≤	0.002
重金属(以Pb计)/%	≤	0.002
钙(Ca)/%	≤	0.02
硝酸盐(以NO_3^-计)/%	≤	0.003
磷酸盐(以PO_4^{3-}计)/%	≤	0.002
砷(As)/%	≤	0.0001
钡(Ba)/%	≤	0.005
氨(NH_3)/%	≤	0.002

【用途】　用于制药工业、防腐剂、杀菌剂。

【制法】　偏硼酸钠氯化镁法：将四水偏硼酸钠和氯化镁及一定量的水加入反应釜中，在加热条件下，生成偏硼酸镁白色沉淀。然后将料浆过滤，沉淀物用水洗净，再经干燥，制得偏硼酸镁成品。其反应式如下：

$$2NaBO_2\cdot 4H_2O+MgCl_2 \longrightarrow Mg(BO_2)_2\cdot H_2O+2NaCl+7H_2O$$

【安全性】

包装方法：用玻璃瓶装，外套木箱包装。每瓶净重0.5kg。

贮存运输：应贮存在阴凉、干燥、清洁的库房内。包装密封保存，防潮。防止包装破损。

【生产单位】　上海慈太龙实业有限公司，北京恒业中远化工有限公司。

Ab029 偏硼酸钠

【别名】　四水合偏硼酸钠

【英文名】　sodium metaborate; sodium metaborate tetrahydrate

【结构式】　$NaBO_2\cdot 4H_2O$（$Na_2B_2O_4\cdot 8H_2O$）

【分子量】　137.86（275.8）

【物化性质】 无色三斜晶系结晶。相对密度 1.74。易溶于水，在水中强烈水解而使水溶液呈强碱性。57℃时溶于自身的结晶水中。在空气中能吸收二氧化碳而生成硼砂和碳酸钠。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
偏硼酸钠($NaBO_2 \cdot 4H_2O$)/%	≥	95

【用途】 用于照相药品、纺织品后处理、黏结剂、洗涤剂、防腐剂、阻燃剂、氧化镁防水、化学法制取过硼酸钠和碳化法制取硼砂，以及在农业中用作除莠剂。

【制法】

（1）碳碱法　在碳碱法加工硼镁矿的溶液中加入适量的烧碱或纯碱，经蒸发、冷却结晶、离心分离、干燥，制得偏硼酸钠成品。

（2）加压碱解法（烧碱法）　将预处理的硼镁矿粉和烧碱溶液先在配料罐内配成料浆，然后送入碱解器中，在压力 0.35～0.55MPa、温度 150～165℃下碱解 8～10h。碱解料浆经过滤除去矿渣。滤液经蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离、干燥，制得偏硼酸钠成品。其反应式如下：

$$2MgO \cdot B_2O_3 + 2NaOH + H_2O \longrightarrow 2NaBO_2 + 2Mg(OH)_2$$

【安全性】

包装方法：用内衬两层聚乙烯塑料袋的编织袋包装，每袋净重 20kg、25kg。

贮存运输：应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中。注意防潮、防止雨淋和日光曝晒。装卸时应轻拿轻放，防止包装破损。本品为氧化剂，应放置低温、阴凉干燥处，不得与可燃物共同存放，避免增加火灾危险，注意产品不得被其他物质污染，以免促其分解。

【生产单位】 天津市长河化工有限公司，上虞洁华化工有限公司。

Ab030 硼氢化钾

【别名】 钾硼氢

【英文名】 potassium borohydride

【结构式】 KBH_4

【分子量】 53.94

【物化性质】 白色疏松粉末或晶体。相对密度 1.178。在空气中稳定，无吸湿性。溶于水并徐徐分解放出氢气。溶于液氨，微溶于甲醇和乙醇，几乎不溶于乙醚、苯、四氢呋喃、甲醚及其他碳氢化合物。在碱性环境中稳定，遇无机酸分解而放出氢气。在真空中约 500℃分解。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 3584—2011

指标名称		指标
硼氢化钾(KBH_4)(质量分数)/%	≥	97.0
干燥减量(质量分数)/%	≤	0.3

【用途】 用于有机选择性基团的还原反应；用作醛类、酮类和酰氯类的还原剂，能将有机官能团 RCHO、RCOR、RCOCl 还原为 RCH_2、CHR_2、HOHR、RCH_2OH 等；也用于分析化学、造纸工业、含汞废水的处理及合成纤维素钾等。

【制法】 硼氢化钠法：先按氢化钠硼酸甲酯法制得硼氢化钠碱性溶液（即水解工序所得的水解液），然后计量打入结晶罐中，搅拌下加热至 60℃，并加入氢氧化钾保温 1h；接着冷却，静置 12h；离心分离后，用乙醇洗涤晶体，在 80℃下干燥 16h，制得硼氢化钾成品。其反应式如下：

$$H_3BO_3 + 3CH_3OH \longrightarrow B(OCH_3)_3 + 3H_2O$$

$$2Na + H_2 \longrightarrow 2NaH$$

$$4NaH + B(OCH_3)_3 \longrightarrow NaBH_4 + 3CH_3ONa$$

$$NaBH_4 + KOH \longrightarrow KBH_4 + NaOH$$

【安全性】

包装方法：用内衬聚乙烯袋或牛皮纸袋的铁桶包装。每桶净重 5kg 或 10kg。每两铁桶装一木箱。

贮存运输：属二级遇水燃烧物品。危规编号：GB 4.3 类 43045。UN No.1870；

IMDG CODE 4357 页，4.3 类。应贮存在阴凉、干燥的库房中。谨防破散、吸潮，勿与无机酸共贮混运，隔离热源和火种及易燃物品。
消防措施：失火时，可用砂土和二氧化碳灭火器扑救。
其他参见：硼氢化钠。
【生产单位】 江苏启东市恒昌精细化工有限公司，张家港市金源生物化工有限公司，张家港市江南化工厂，南通宏梓化工有限公司，江苏华昌化工股份有限公司，山东国邦药业股份有限公司，上海申宇医药化工有限公司，广东阳江精细化工厂。

Ab031 硼氢化钠

【别名】 钠硼氢
【英文名】 sodium borohydride
【结构式】 $NaBH_4$
【分子量】 37.83
【物化性质】 白色结晶粉末。相对密度 1.074。在真空 400℃时分解。有吸湿性，在干空气中稳定，在湿空气中分解。溶于水、液氨、胺类，微溶于四氢呋喃，不溶于乙醚、苯、烃。与水作用产生氢气。硼氢化钠碱性溶液呈棕黄色。
【质量标准】 化工行业标准 HG/T 3585—2009

指标项目	固体硼氢化钠指标		硼氢化钠溶液指标
	优等品	一等品	
硼氢化钠(质量分数)/% ≥	98.0	97.0	11.80～12.20
干燥减量(质量分数)/% ≤	0.3	0.3	—
氢氧化钠(质量分数)/%	—	—	30.0～44.0

【用途】 是一种良好的还原剂，它的特点是性能稳定，还原时有选择性。可用作醛类、酮类和酰氯类的还原剂，塑料的发泡剂，制造双氢链霉素的氢化剂，制造硼氢化钾的中间体，合成硼烷的原料，以及用于造纸工业和含汞污水的处理剂等。
【制法】 氢化钠硼酸甲酯法：将硼酸和适量甲醇加入精馏釜中，徐徐加热，在 54℃全回流 2h，然后收集硼酸甲酯与甲醇共沸液。共沸液经硫酸处理，精馏后可得较纯产物。将由氢气与钠作用而得的氢化钠送入缩合反应罐中，在搅拌下加热至 220℃左右开始加硼酸甲酯，至 260℃时停止加热；加料温度控制在 280℃以下，加料后继续搅拌，使其充分反应。反应完成后冷却至 100℃以下，离心分离，得缩合产物滤饼。在水解器中加入适量的水，将滤饼缓慢加入水解器中，控制温度在 50℃以下，加料完毕后升温至 80℃，离心分离，水解液则送入分层器中，静置 1h 后自动分层，下层水解液即为硼氢化钠溶液。其反应式如下：

$$H_3BO_3+3CH_3OH \longrightarrow B(OCH_3)_3+3H_2O$$
$$2Na+H_2 \longrightarrow 2NaH$$
$$4NaH+B(OCH_3)_3 \longrightarrow NaBH_4+3CH_3ONa$$

【安全性】
健康危害：与硼氢化钠接触后有咽喉痛、咳嗽、呼吸急促、头痛、腹痛、腹泻、眩晕、眼结膜充血、疼痛等症状。
急救措施：中毒后迅速离开现场，半卧位休息，吸入新鲜空气，用大量水冲洗眼睛，脱去被沾染衣服，淋洗全身；进入消化道者，立即漱口，大量饮水催吐，随即送医院治疗。
防护措施：应防止粉尘飞扬，加强通风或戴防护面具，注意对眼睛的保护，戴密闭式防护眼镜，不准在工作时进食、喝水及吸烟。泄漏时戴过滤式防护面具仔细清扫漏物。
包装方法：用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装。每桶净重 50kg。

贮存运输：属二级遇水燃烧物品。危规编号：GB 4.3 类 43044。UN No.1426；IMDG CODE 4361 页，4.3 类。应贮存在阴凉、干燥的库房中。防潮，防震，勿与无机酸共贮混运，远离热源和火种及易燃物品。

消防措施：失火时，不能用以水为基准的灭火器，也不能用二氧化碳及四氯化碳型灭火器，只能用干粉灭火器和干砂土灭火。

【生产单位】 天津市海纳川科技发展有限公司，江苏启东市恒昌精细化工有限公司，张家港市金源生物化工有限公司，江苏华昌化工股份有限公司，张家港市江南化工厂，南通宏梓化工有限公司，山东国邦药业股份有限公司，上海申宇医药化工有限公司。

Ab032 氟硼酸

【别名】 氢氟硼酸；四氟硼酸

【英文名】 fluoroboric acid；hydrofluoroboric acid；tetrafluoroboric acid

【结构式】 HBF_4

【分子量】 87.83

【物化性质】 无色透明液体。强酸。不能以纯态存在，只能在水溶液中存在。工业品一般为 42%～48% 的水溶液，42%水溶液的相对密度为 1.32；48%水溶液的相对密度为 1.37。氟硼酸在浓溶液中稳定，加热到 130℃ 时分解。能和水或醇相混溶。在水溶液中缓慢分解生成羟基氟硼酸（HBF_3OH）。与玻璃表面接触时稳定性逐渐下降，0.047mol/L 氟硼酸溶液在玻璃容器里保存 32d 后水解度由 20.6% 上升至 72.6%。具有强腐蚀性，但在常温下不侵蚀玻璃。能同金属元素、金属氟化物、氧化物、氢氧化物或碳酸盐反应生成相应的氟硼酸盐。有毒！

【质量标准】 参考标准

指标名称		铅锡合金专用	镀锡专用
氟硼酸(HBF_4)/%	≥	49.5	49.5
游离硼酸/%	≤	2.5	2.5
铁(Fe)/%	≤	0.005	0.005
氯化物/%	≤	0.005	0.005
硫酸盐/%	≤	0.003	0.01
Pb/%	≤	—	0.005

【用途】 用于金属表面氧化物、硅酸盐膜的清洁和腐蚀剂，铝和合金电镀前的清洗。2.5%溶液用于电解抛光纯铝和从金属基体上除去焊药及电镀零件的再洗液。用作烷基化和聚合的催化剂、防腐剂、化学试剂，以及制备各种氟硼酸盐的原料。

【制法】 氢氟酸法：按氢氟酸和硼酸的理论量配料，在搅拌下将硼酸缓慢加入到氢氟酸中，控制反应温度在 40℃ 以下，加热完毕则停止机械搅拌，在室温下放置 2h 以上，再经过滤净化，制得氟硼酸成品。其反应式如下：

$$4HF+H_3BO_3 \longrightarrow HBF_3OH+HF+2H_2O$$

$$HBF_3OH+HF \longrightarrow HBF_4+H_2O$$

【安全性】

毒性：有毒。

健康危害：吸入、口服或经皮肤吸收对身体有害。对眼睛、皮肤、黏膜和呼吸道有强烈刺激作用。吸入后可因喉、支气管的痉挛、水肿、炎症，化学性肺炎、肺水肿而致死。中毒表现有烧灼感、咳嗽、喘息、喉炎、气短、头痛、恶心和呕吐。

急救措施：吸入时迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。食入时用水漱口，给饮牛奶或蛋清，就医。

防护措施：可能接触其烟雾时，佩戴自吸过滤式防毒面具（全面罩）或空气呼吸器。穿橡胶耐酸碱服。戴橡胶耐酸碱手套。工作现场禁止吸烟、进食和饮水。环境最高容许浓度 $25mg/m^3$。

包装方法：用聚乙烯塑料桶包装。每桶净重4kg、150kg或250kg。
贮存运输：属二级无机酸性腐蚀物品。危规编号：GB 8.1类81026。UN No. 1775；IMDG CODE 8175页，8.1类。应贮存在阴凉、通风的库房中。桶盖要密闭，运输时要防雨淋、防日光曝晒。装卸时应小心轻放，防止碰撞，以免容器损坏。
【生产单位】 淄博中氟化学品经贸有限公司，武汉海德化工发展有限公司，浙江磐安县渠成氟化有限公司，山东桓台县顺鑫化工有限公司，淄博奥斯化工有限公司，浙江海蓝化工集团有限公司。

Ab033 氟硼酸铵

【别名】 硼氟化铵
【英文名】 ammonium fluoroborate
【结构式】 NH_4BF_4
【分子量】 104.86
【物化性质】 清亮晶体或针状无色晶体。相对密度1.85。溶于水。16℃时100mL水可溶解25g，100℃时可溶解97g。水溶液呈弱酸性。不溶于醇。热至110℃以上时分解。强热时即升华。
【质量标准】 参考标准

指标名称	优级品	一级品
氟硼酸铵(NH_4BF_4)/% ≥	98	97
水溶液pH值(1%溶液)	3.5～5	3.5～5
水溶性试验	合格	合格
氯化物(Cl^-)/% ≤	0.005	
硫酸盐(SO_4^{2-})/% ≤	0.005	0.01
磷酸盐(PO_4^{3-})/% ≤	0.005	
硅酸盐(以SiO_2计)/% ≤	0.01	0.8
铁(Fe)/% ≤	0.005	0.1
重金属(以Pb计)/% ≤	0.003	0.003

【用途】 在纺织印染工业中用作树脂整理催化剂。作为气体助熔剂，以提供惰性气氛。又可用作铝或铜焊接助熔剂，用作镁和镁合金以及其他易氧化的金属铸造和精密铸造的砂型树脂粘接剂制造中的催化剂。还可用作阻燃剂及化学试剂等。
【制法】 氟硼酸氨气中和法：氢氟酸和硼酸在氟化釜中于60℃以下进行氟化2h以上制得氟硼酸溶液，送入氨化釜中，通氨气中和，用流量计控制通气量。反应过程中大量放热，釜外设置冰浴冷却。经常测量氨化温度并调整通气量，当pH达到3～4时，停止通氨。冷却降温后，分离出已经结晶析出的产物，余液蒸发浓缩，冷却结晶，离心分离，在80℃以下干燥，制得氟硼酸铵成品。其反应式如下：

$$HBF_4 + NH_3 \longrightarrow NH_4BF_4$$

【安全性】
包装方法：用聚乙烯塑料桶外套纸箱包装。每桶净重1kg。
贮存运输：应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中。包装应密闭保存，防止包装破损。运输时要防雨淋、防日光曝晒。
其他参见：三氟化硼和氟硼酸。
【生产单位】 武汉海德化工发展有限公司，常熟市金星化工有限公司，丹东市中和化工厂。

Ab034 氟硼酸铜

【英文名】 cupric fluoroborate
【结构式】 $Cu(BF_4)_2$
【分子量】 237.14
【物化性质】 固体氟硼酸铜为光亮蓝色针状结晶，有潮湿性。极易溶于水，易形成水和氨的络合物，故制取无水盐十分困难。其典型的水合物为四水物和六水物。这类化合物的结合形式为水合铜氟硼酸$[Cu(H_2O)_n][BF_4]_2$。也存在一水物$[Cu(BF_4)_2 \cdot H_2O]$，为无色晶体。六水氟硼酸铜的相对密度为2.175，加热至40℃，可分解成BF_3、CuF_2和H_2O，在室温和真空条件下则能分解为四水物。四水物和一水物都有强吸湿性，只有长时间

用 P_2O_5 干燥时，才能脱出结晶水。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标	
	工业级	电镀用
氟硼酸铜 [$Cu(BF_4)_2$]/% ≥	45.6	
氟硼酸铜 (以 Cu 计)/% ≥		12.0
游离氟硼酸 (HBF_4)/% ≤	1.6	0.7
游离硼酸 (H_3BO_3)/% ≤	2.7	1.0
氯化物(Cl^-)/% ≤		0.0002
铁(Fe)/% ≤		0.003
硫酸盐(SO_4^{2-})/% ≤		0.01
相对密度(20℃)	1.53	
pH 值	1～2	

【用途】 可作为铜和铜合金电镀液的组成物。用作印染用滚筒和照相印刷用滚筒的电镀电解质。

【制法】 碳酸铜法：氟硼酸和碱式碳酸铜在反应器中反应，过滤除去杂质，然后蒸浓至原体积的十分之一，制得氟硼酸铜成品。其反应式如下：

$$4HBF_4 + Cu_2(OH)_2CO_3 \longrightarrow 2Cu(BF_4)_2 + CO_2 + 3H_2O$$

【安全性】

包装方法：用聚乙烯桶或化学品包装桶包装。每桶净重 25kg 或 250kg。

贮存运输：应贮存在阴凉、干燥的库房中，包装密封。不能贮存在热的库房内或暴露在日光下。运输时要防雨淋、防日光曝晒，防止包装破损。

其他参见：三氟化硼。

【生产单位】 武汉海德化工发展有限公司，武汉市天泰化学有限公司，武汉汇阳电子材料有限公司，湖北孝昌县金鸡化工有限公司，丹东市中和化工厂，浙江磐安县渠成氟化有限公司。

Ab035 氟硼酸铅

【别名】 硼氟化铅

【英文名】 lead fluoroborate

【结构式】 $Pb(BF_4)_2$

【分子量】 380.80

【物化性质】 电镀用氟硼酸铅溶液为无色或接近无色的清亮透明的水溶液，无臭，不挥发。相对密度 1.7～1.74。

【质量标准】 参考标准（电镀级）

指标名称	指标
氟硼酸铅(以铅计)/% ≥	28
游离氟硼酸(HBF_4)/% ≤	2
游离硼酸(H_3BO_3)/%	2.0
Cl^-/% ≤	0.0001
SO_4^{2-}/% ≤	0.0001

【用途】 用于镀铅及锡/铅低温焊接。

【制法】 先将制好的氟硼酸置于反应器内，然后在搅拌下慢慢加入氧化铅，再经过滤除去不溶性杂质，制得氟硼酸铅成品。其反应式如下：

$$2HBF_4 + PbO \longrightarrow Pb(BF_4)_2 + H_2O$$

【安全性】

毒性：有毒。

包装方法：用聚乙烯桶或化学品包装桶包装。每桶净重 25kg 或 250kg。

贮存运输：毒害品。危规编号：GB 6.1 类 61515。应贮存在阴凉、通风的库房中，包装密封。运输时要防雨淋、防日光曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

其他参见：氟硼酸。

【生产单位】 武汉海德化工发展有限公司，武汉市天泰化学有限公司，武汉汇阳电子材料有限公司，湖北孝昌县金鸡化工有限公司。

Ab036 氟硼酸钾

【别名】 四氟硼酸钾

【英文名】 potassium fluoroborate; po-

tassium tetrafluoroborate

【结构式】 KBF_4

【分子量】 125.91

【物化性质】 白色粉末或凝胶状结晶，无吸湿性，味苦。从水溶液中结晶可得六面棱形晶体。相对密度 2.50，熔点 530℃。微溶于水及热乙醇，不溶于冷乙醇。在熔融时开始分解。能被硫酸等强酸分解生成三氟化硼。与碱金属碳酸盐熔融时生成氟化物和硼酸盐。有毒！

【质量标准】 国家标准《氟硼酸钾》GB/T 22667—2008

牌号	化学成分(质量分数)/%							
	KBF_4	FH_3BO_3	Si	Na	Ca	Mg	Cl^-	湿存水
	≥	≤						
PFB-1	98	0.4	0.2	0.10	0.05	0.05	0.10	0.2
PFB-2	97	0.5	0.4	0.15	0.10	0.10	0.20	0.3

注：1. 测定值或其计算值与表中规定的极限数值作比较的方法按 GB/T 1250 中第 5.2 的规定进行。

2. 需方如对表中规定的各指标有特殊要求时，可由供需双方另行商定，并在合同中注明。

3. 表中 FH_3BO_3 为游离硼酸。

【用途】 用作热焊和铜焊的助熔剂、铝镁浇铸生产含硼合金的原料，在用树脂作磨料黏合剂的重型磨轮中用作填充料。在熔接和熔合银、金、不锈钢时，能提净轻金属的渣滓。是制三氟化硼和其他氟盐的原料。也用于电化学过程和试剂。

【制法】

（1）氟硼酸氢氧化钾法 将氢氟酸和硼酸放入反应釜中，两者投料比为 25∶6.2（质量比），温度不超过 40℃，反应 6h。将制得的氟硼酸送入中和罐，在搅拌和冷却下，与浓度为 5mol/L 的氢氧化钾进行中和反应（至甲基橙变色为止）。析出的氟硼酸钾结晶经离心分离、洗涤、干燥后，制得氟硼酸钾成品。其反应式如下：

$$4HF+H_3BO_3 \longrightarrow HBF_4+3H_2O$$

$$HBF_4+KOH \longrightarrow KBF_4+H_2O$$

（2）氟硼酸碳酸钾中和法 在涂塑容器中于搅拌下用饱和的碳酸钾溶液中和氟硼酸，至甲基橙变色为止。析出的氟硼酸钾经离心分离、洗涤、干燥后，制得氟硼酸钾成品。其反应式如下：

$$2HBF_4+K_2CO_3 \longrightarrow 2KBF_4+H_2O+CO_2\uparrow$$

【安全性】

健康危害：氟硼酸钾超过熔点即分解出有毒的三氟化硼气体。在大气中，氟硼酸钾由于水蒸气的作用而迅速水解，并产生白色烟雾，对皮肤、眼睛，特别是对肺部有刺激作用。

防护措施：参见三氟化硼与氟硼酸。

包装方法：用玻璃瓶装，外套纸箱包装。每瓶 0.5kg。

贮存运输：应贮存在阴凉、干燥的库房中。包装密闭保存，防止包装破损。运输时要防雨淋、防日光曝晒，注意防潮。

【生产单位】 南通金星氟化学有限公司（常熟市金星化工有限公司），上饶市广氟医药化工有限公司，多氟多化工股份有限公司，武汉海德化工发展有限公司，丹东市中和化工厂。

Ab037 氟硼酸钠

【别名】 四氟硼酸钠

【英文名】 sodium fluoroborate; sodium tetrafluoroborate

【结构式】 $NaBF_4$

【分子量】 109.811

【物化性质】 白色或无色结晶，无水时为透明的直角形棱晶，其尖端钝缺。在绝对

干燥时，氟硼酸钠不腐蚀玻璃。相对密度（20℃）2.47，熔点384℃（分解）。易溶于水，微溶于醇，遇硫酸分解。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
氟硼酸钠($NaBF_4$)/%	≥	98
水溶解试验		合格
水溶液(10%)pH值		2～4
氯化物(Cl^-)/%	≤	0.005
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤	0.005
磷酸盐(PO_4^{3-})/%	≤	0.01
铁(Fe)/%	≤	0.005
铅(Pb)/%	≤	0.004
二氧化硅(SiO_2)/%	≤	0.5

【用途】 在纺织印染工业中用作树脂整理催化剂。可用作氧化抑制剂。用于非铁金属的精炼助熔剂、涂料、氟化剂以及用作化学试剂等。

【制法】 氟硼酸碳酸钠法：先在反应釜中由硼酸和氢氟酸反应制得氟硼酸，然后送入中和罐，在搅拌和冷却下，缓缓加入碳酸钠，控制反应温度不超过35℃。注意掌握加料速度，防止料液因气体逸出量过大而泛溢罐外。中和到料液达pH3～4后，再反应0.5h。然后经蒸浓、冷却结晶、离心分离、洗涤、干燥后，制得氟硼酸钠产品。其反应式如下：

$$2HBF_4+Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaBF_4+CO_2\uparrow+H_2O$$

【安全性】

包装方法：用聚乙烯塑料桶外套纸箱包装。每桶净重1kg。

贮存运输：应贮存在阴凉、干燥的库房中。包装密闭保存，注意防止包装破损。运输时要防雨淋、防日光曝晒。注意防潮。

其他参见：三氟化硼和氟硼酸。

【参考生产单位】 南通金星氟化学有限公司，无锡市瑞源化工有限公司，浙江磐安县渠成氟化有限公司，浙江东阳市高尔特精细化工有限公司，丹东市中和化工厂，武汉海德化工发展有限公司，佛山市南海双氟化工有限公司。

Ab038 氟硼酸亚锡

【别名】 氟硼酸锡

【英文名】 stannous fluoroborate

【结构式】 $Sn(BF_4)_2$

【分子量】 292.34

【物化性质】 无色透明液体。相对密度（20℃）1.65。水溶液中含有一定游离酸时呈酸性。受热或遇水易分解或水解。长期暴露在空气中易氧化。固体为白色[$Sn(BF_4)_2$]·H_2O。纯品呈微碱性。$Sn(BF_4)_2SnF_2\cdot5H_2O$可由溶液中结晶出来。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
氟硼酸亚锡(以Sn^{2+}计)/%	≥	20.3
锡(Sn^{4+})/%	≤	0.8
铁(Fe)/%	≤	0.005
氯化物(Cl^-)/%	≤	0.005
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤	0.3
游离氟硼酸(HBF_4)/%	≤	3
游离硼酸(H_3BO_3)/%	≤	2.5

【用途】 用于粮食商品中防止有机酸侵蚀，还可用于镀锡铜丝、制备工业或家用电器的电铸壳及锡和锡合金的电镀浴。

【制法】 金属锡氟硼酸法：先把锡锭切割成小块，在电炉上加热使其熔融，然后将其倒入冷水中形成锡花，捞出倒入反应器中，再加入氟硼酸，通入压缩空气鼓泡使其充分反应。反应液经过滤除去杂质后，制得氟硼酸亚锡成品。其反应式如下：

$$2Sn+O_2 \longrightarrow 2SnO$$

$$SnO+2HBF_4 \longrightarrow Sn(BF_4)_2+H_2O$$

【安全性】

包装方法：用聚乙烯桶或化学品包装桶包装。每桶净重25kg或250kg。

贮存运输：应贮存在阴凉、通风的库房中。包装密封保存。不能贮存在热的房间

或暴露在日光下。

其他参见：氟硼酸。

【生产单位】 武汉市天泰化学有限公司，武汉海德化工发展有限公司，湖北孝昌县金鸡化工有限公司，丹东市中和化工厂，浙江东阳市向阳化工有限公司，东莞市荣翔化工科技有限公司。

Ab039 氟硼酸锌

【别名】 硼氟化锌

【英文名】 zinc fluoroborate

【结构式】 $Zn(BF_4)_2 \cdot 6H_2O$

【分子量】 347.17

【物化性质】 白色结晶。通常含有2个、4个或6个结晶水。相对密度2.120。溶于水及醇。600℃时失去结晶水。能生成类似水合物的氨合物，如 $Zn(NH_3)_4(BF_4)_2$，这种络合物不耐热，容易可逆地分解成金属的氟化物、氨、氟硼酸铵和氨合氟化硼。易潮解，有毒。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
氟硼酸锌[$Zn(BF_4)_2 \cdot 6H_2O$]/%	≥	97.0
硅酸盐(以 SiO_2 计)/%	≤	0.04
铁(Fe)/%	≤	0.01

【用途】 在耐洗和耐磨纺织品中用作树脂固化剂、织物树脂后整理及合成树脂生产的催化剂。也可作阻燃剂、杀虫剂、电焊材料、电镀液及钴的接合剂。

【制法】 氟硼酸碳酸锌法：硼酸和氢氟酸反应制得氟硼酸，再与碳酸锌反应，控制pH值为3～4。过滤除去杂质，溶液经减压蒸发（60～70℃）析出结晶，再经干燥，制得氟硼酸锌成品。其反应式如下：

$$2HBF_4 + ZnCO_3 \longrightarrow Zn(BF_4)_2 + CO_2\uparrow + H_2O$$

【安全性】 本品有毒，参见氟硼酸。

包装方法：用聚乙烯塑料桶包装，每桶净重4kg，每四桶装一纸箱或木箱。包装上应有明显的“有毒品”标志。

贮存运输：毒害品。危规编号：GB 6.1类61515。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。防止雨淋、受潮。包装应密封。装卸时注意防止包装破损。

【生产单位】 武汉汇阳电子材料有限公司，丹东市中和化工厂，浙江东阳市向阳化工有限公司，东莞市荣翔化工科技有限公司。

Ab040 氟硼酸镍

【别名】 硼氟酸镍

【英文名】 nickel fluoroborate

【结构式】 $Ni(BF_4)_2 \cdot 6H_2O$

【分子量】 340.39

【物化性质】 晶体，易溶于水及酸，122℃分解。相对密度2.685。

【质量标准】 参考标准（企业标准）

指标名称		固体	液体
氟硼酸镍[$Ni(BF_4)_2 \cdot 6H_2O$]/%	≥	98.0	50.0
磷酸盐(P)/%	≤	0.01	0.005
铁(Fe)/%	≤	0.005	0.002
重金属(Pb)/%		0.01	0.05
氯化物(Cl^-)/%	≤	0.01	0.05
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤	0.30	0.05
硅酸盐(SiO_2)/%	≤	0.01	0.005
水溶液试剂		合格	合格

【用途】 电镀，有色金属表面处理及有机合成催化剂。

【制法】 将碳酸镍溶解于40%浓度的氟硼酸中而制得。经过滤除去杂质后，滤液结晶得六水氟硼酸镍固体产品。按比例加水得氟硼酸溶液。其反应式如下：

$$NiCO_3 + 2HBF_4 \longrightarrow Ni(BF_4)_2 + CO_2\uparrow + H_2O$$

【安全性】 本品有毒，并有腐蚀性。

包装贮运：固体产品用聚乙烯塑料袋包装，每包25kg。液体用塑料桶包装，每桶25kg。

【生产单位】 武汉汇阳电子材料有限公司，武汉市天泰化学有限公司，无锡市瑞源化工有限公司，浙江东阳市高尔特精细有限公司，东莞市荣翔化工科技有限

公司。

Ab041 氟硼酸镉

【别名】 硼氟酸镉

【英文名】 cadmium fluoroborate

【结构式】 $Cd(BF_4)_2$

【分子量】 286.02

【物化性质】 无色透明液体，易溶于水、乙醇，水溶液呈酸性，相对密度 1.6 (20℃)。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
氟硼酸镉/%	≥	50
Cd/%	≥	20
HBF_4/%	≤	0.5
F/%	≤	0.01
HF/%	≤	2

【用途】 有色金属焊接、电镀及分析试剂。

【制法】 碳酸镉法：将碳酸镉加入氟硼酸中，缓慢搅拌，待溶液澄清后，沉淀过滤即得成品。反应如下：

$$CdCO_3 + 2HBF_4 \longrightarrow Cd(BF_4)_2 + CO_2\uparrow + H_2O$$

【安全性】

毒性：高毒，为致癌物，具刺激性。

急性毒性：大鼠-(口服) LD_{50}：250mg/kg。小鼠-(吸入) LC_{50}：650mg/m^3 (10min)。

环境危害：热分解排出有毒的含镉、氟化物烟雾，对环境有危害，应特别注意对水体的污染。

健康危害：误服或吸入粉尘会中毒。刺激皮肤。吸入可引起呼吸道刺激症状和肺水肿；误服出现急性胃肠炎。慢性影响可损害肾、肺，影响钙、磷代谢，发生氟骨症等。

急救措施：吸入时迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。食入时饮足量温水，催吐；就医。

防护措施：可能接触其粉尘时，必须佩戴防尘面具（全面罩）。紧急事态抢救或撤离时，应该佩戴空气呼吸器，穿胶布防毒衣，戴橡胶手套。工作现场禁止吸烟、进食和饮水。

包装方法：30kg 铁塑包装。

贮存运输：应密封贮存于阴凉处，库房通风、低温干燥，与食品、酸类分开贮运。需专用车辆运输。

消防措施：灭火剂可用砂土、水。

【生产单位】 丹东市中和化工厂，浙江东阳市高尔特精细化工有限公司，东莞市荣翔化工科技有限公司。

Ab042 四硼酸锂

【别名】 硼酸锂；焦硼酸锂；四硼酸二锂

【英文名】 lithium tetrarate

【结构式】 $Li_2B_4O_7$

【分子量】 169.122

【物化性质】 白色粉末，溶于盐酸，微溶于水，不溶于有机试剂。熔点 917℃，密度 1.4g/mm^3。水中溶解度：20℃ 时 2.89g/100mL，100℃时 5.45g/100mL。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
硼酸锂($Li_2B_4O_7$)/%	99.9
粒度/目	−100

【用途】 用于搪瓷工业的釉药、润滑脂组分、荧光分析助溶剂。

【制法】 硼酸锂是由硼酸和碳酸锂反应而制得的。从溶液中得到水合 $Li_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$，该水合物在 200℃失去两分子水，在 800℃ 以上灼烧时，可得到无水硼酸锂。

【安全性】

健康危害：吸入体内对人体有害，可引起咳嗽、恶心、呕吐、腹泻、精神迟钝、肌肉痉挛、眼结膜充血、疼痛等。

包装贮运：用聚乙烯塑料袋外套编织袋或纸桶包装，每件 50kg 或 25kg。

【生产单位】 湖北百杰瑞新材料有限公

司，上海中锂实业有限公司。

Ab043 硼化镧

【别名】 六硼化镧

【英文名】 lanthanum boride

【结构式】 LaB_6

【分子量】 203.772

【物化性质】 硼化镧为紫色立方结晶粉末，潮湿时呈现出深红色。晶格常数 a = 0.4153nm，相对密度 4.76，熔点 2715℃，高于熔点则分解。显微硬度 2770kgf（1kgf＝9.80665N）/cm^2。常温下不溶于水和酸。

【质量标准】 稀土行业标准《六硼化镧》XB/T 501—2008

质量要求 1　产品牌号及化学成分应符合下表的规定。

牌号	化学成分(质量分数)/%										
	主成分		杂质含量,≤								
	B	La	Fe	Mg	Si①	Ca	Mn	Cu	Cr	W	$C_{总}$
012600	31～33	余量	0.02	0.002	0.005	0.01	0.005	0.005	0.002	0.02	0.05
012601	31～33	余量	0.1	0.005	0.01	0.05	0.01	0.02	0.01	0.02	0.3
012602	31～33	余量	0.2	0.05	0.05	0.05	0.02	0.02	0.05	0.05	0.4

① 为酸溶硅。

质量要求 2　产品开头、规格应符合下表的规定。

牌号	形状	费氏粒度 μm	高(厚),H /mm	直径,D /mm	高径比H /D ≤
012600	粉末	≤15	—	—	—
012601	片	—	>0.5	6～40	1
012602	棒	—	—	6～20	2
	棒	—	—	20～40	1.5
	环	—	1～10	$\phi_{外}$ 20～100 $\phi_{内}$ 3～40	—
	单晶	—	1～100	6～8	—

质量要求 3　片、棒和环的相对密度分为以下两个等级：

高密度　>95%；

低密度　90%～95%。

注：片、棒、环的理论密度为 4.721g/cm^3。

【用途】 用途十分广泛，已成功应用于雷达航空航天、电子工业、仪表仪器、医疗器械、家电冶金、环保等二十余个军事和高科技领域。其系列产品主要包括三种状态粉末、多晶体、单晶体。特别是六硼化镧单晶，是制作大功率电子管、磁控器、电子束、离子束、加速器阴极的最佳材料。

【制法】 硼酸镧可由氯化镧、三氧化二硼和碳按一定比例充分混合、加压成型，于高温下烧成，冷却、粉碎至要求粒度制得。

【安全性】
包装贮运：产品装入玻璃瓶或塑料瓶中再放入硬纸盒或木盒中，每件净重分别为 5kg、10kg、20kg、50kg 或 100kg。运输贮运时避免受潮。

【生产单位】 内蒙古包头稀土设计研究院瑞鑫公司，山东大学华特科技股份有限公司，上海龙津金属材料有限公司，皓田纳米科技（上海）有限公司，上海水田材料科技有限公司，青州迈特科创材料有限公司。

Ab044 六硼化钙

【别名】 硼化钙

【英文名】 calcium hexaboride

【结构式】 CaB_6

【分子量】 104.94

【物化性质】 黑灰色粉末或颗粒。熔点2230℃，密度为2.33g/cm³，在15℃常温下不溶于水，硬度9。在空气中，高温下是稳定的。不溶于盐酸、氢氟酸、稀硫酸。不与水反应，能被氯、氟、硝酸、过氧化氢等强氧化剂所侵蚀，与碱反应很慢。在常温下可以有三种状态：粉末状、单晶状和多晶体。

由于六硼化钙具有高熔点、高强度和化学稳定性高的特点，其中许多还具有特殊的功能性，如低的电子功函数，比电阻恒定，在一定温度范围内热膨胀值为零，不同类型的磁序以及高的中子吸收系数等。这些优越性能，决定其在现代技术各种器件组元中有广泛的应用前景。

同时由于硼化钙中硼、钙原子连接结构的特性，所以导致其具有高的熔点，有一定的导电率和优异的防电磁辐射性能。

【质量标准】 参考标准

粉状品	Ⅰ组	Ⅱ组
硼(B)/%　>	50	55
钙(Ca)/%　>	30	33
碳(C)/%　<	6	6
细度/目	80～100	

【用途】 用于核工业的中子吸收材料、炼铜工业的脱氧剂、电子工业元件的掺杂源、耐火材料添加剂。目前六硼化钙陶瓷的研究和应用有了飞快发展，产品的剂型已经不限制在粉状产品，而且多晶体产品日益成熟，符合新型材料的发展方向，为六硼化钙提供了新的应用领域。

【制法】 硼化钙有多种制取方法，其中适宜于大规模生产的是碳化硼、碳酸钙和碳粉反应的方法。反应条件是在真空条件下，反应温度在1400～1800℃，在一定反应时间内进行。其反应式如下：

$$2CaCO_3+3B_4C+C \longrightarrow 2CaB_6+6CO\uparrow$$

【安全性】 本品不会对环境造成危害。

包装贮运：25kg/纸板桶（散包装）或1kg/铝塑袋（真空），25kg/铁桶。贮运时要避免潮湿和与酸碱接触。

【生产单位】 泰丰新素材（大连）有限公司，皓田纳米科技（上海）有限公司，丹东市化工研究所有限责任公司。

Ac 溴化合物

溴化合物已广泛应用于医药、农药、石油钻井、有机合成及感光材料等工业中。目前我国已生产的无机溴化合物系列产品有溴化钠、溴化钙、溴酸钠和溴酸钾等品种。

溴素是生产溴化合物的基本原料，存在于天然盐湖、地下卤水和海水中。美国是生产和消费溴素的大国，其主要来源为海水和大盐湖卤水；英国溴素全部来源于海水；我国溴素生产主要以地下卤水（占全国溴素产量的 60%），其次是海盐苦卤为原料，溴素的产量不能满足需要。1973 年青岛磷肥厂与天津盐科所、中科院海洋所共同试制成功了由海水进行提溴的新技术，为我国溴素生产开辟了新途径。

溴化合物的品种和产量随着其他工业的发展而不断增长。例如，随着汽车和航空工业的发展，溴化物作为汽油和航空燃料的抗震剂而得到迅速发展，由此溴素耗用量在 20 世纪 70 年代初期达到了顶峰；在 20 世纪 80 年代初，随着塑料等工业的发展，溴系阻燃剂蓬勃兴起，溴素耗用量所占比重超过抗震剂。

溴化合物中的氢溴酸是制造各种无机溴化物和某些烷基溴化物的基本原料。溴化钠和溴化钾在医药工业用于合成镇静剂和麻醉剂等。溴化铵也是常用的镇静剂，溴化钙用作石油钻井液的添加剂，溴化锂用于吸收式制冷剂，溴化钠和溴化钾在感光工业中用于制造感光胶片、显影药剂，溴酸钾和溴酸钠常用作氧化剂，亚溴酸钠在纺织、造纸工业中是有效的脱浆剂。我国是农业国，溴化合物农药在今后发展中将呈增长趋势。因此，改进生产工艺、相应发展溴化合物品种、增加其产量将对国民经济相关产业发展起到促进作用。

Ac001 溴

【别名】 溴素

【英文名】 bromine

【结构式】 Br_2

【分子量】 159.8

【物化性质】 红棕色发烟液体。相对密度 3.119（20℃），熔点 −7.2℃，沸点 58.78℃。低温（−20℃）时为带金属光泽的暗红色针状结晶。常温下蒸发很快，其蒸气有窒息性刺激味，呈红棕色。微

溶于水，溶解度为3.58g/100mL水(20℃)；易溶于乙醇、乙醚、氯仿、四氯化碳、煤油及二硫化碳等多种有机溶剂；也溶于盐酸、氢溴酸和溴化合物溶液。其化学性质与氯相似但稍弱，故溴化物中的溴可以用游离的氯来逐出。是强氧化剂，在有水分存在时，溴可把二氧化硫氧化成硫酸并生成溴化氢；在碱性介质中氨和尿素等氮化物被溴氧化而产生氮气；在气相中溴将氨氧化成游离氮并生成溴化铵白色烟雾，生产上常以此检查设备及管路是否漏溴；日光下，溴在有次溴酸存在的情况下比氯稳定。有毒，有腐蚀性。

【质量标准】 轻工行业标准《工业溴》QB/T 2021—94和国家标准《化学试剂 溴》GB/T 1281—2011

项目名称	QB/T 2021—94			GB/T 1281—2011
	指标			（化学试剂）
	优级	一级	二级	化学纯
溴(Br_2)/% ⩾	99.7	99.0	98.5	99.00
氯(Cl_2)/% ⩽	0.05	0.15	0.25	0.50
不挥发物/%	0.05	0.10	0.15	

【用途】 是制造无机和有机溴化合物的原料。也用于生产阻燃剂、汽油和航空燃料的抗震剂。医药上用以生产溴化钠、溴化钾，氯霉素、金霉素等抗生素和溴化樟脑镇静剂。农业上用以生产杀虫剂、熏蒸剂及植物生长激素等农药。染料工业用于生产溴靛蓝等含溴染料。感光工业用于制造溴化银，是制造照片、电影胶片等的主要原料。石油工业用于制造二溴乙烷、二溴丙烷等。此外，还用在选矿、冶金、食品、鞣革、化学分析及水处理等方面。

【制法】

(1) 空气吹出法　用硫酸酸化海水调pH为3～3.5，然后与氯气一并送入溴游离塔进行氧化，所得游离溴进入吹出塔，用空气将溴吹出。吹出的含溴空气进入吸收塔，用纯碱溶液吸收生成溴化钠和溴酸钠，加入硫酸酸化，调至pH为2左右，生成的溴通过蒸馏、冷凝、分离，制得溴成品。其反应式如下：

$$Cl_2+2Br^- = 2Cl^- + Br_2$$

$$3Br_2+3Na_2CO_3 = 5NaBr+NaBrO_3+3CO_2\uparrow$$

$$5NaBr+NaBrO_3+3H_2SO_4 = 3Na_2SO_4+3Br_2+3H_2O$$

(2) 水蒸气蒸馏法　将提取氯化钾后的原卤料液预热到65～75℃而成的浓原卤料加入溴反应塔，与通入的氯气和蒸汽进行逆流置换反应，氧化置换出来的溴溶解于浓原卤中。用蒸汽加热使溴汽化，并随水蒸气一同从塔上部出溴口排出，温度控制在80～90℃，排出的溴经冷凝器冷却至20～30℃，再经分离、精馏、冷凝，制得溴素成品。其反应式如下：

$$MgBr_2+Cl_2 \longrightarrow Br_2+MgCl_2$$

【安全性】

危险特性：本品助燃，具强腐蚀性、强刺激性，可致人体灼伤。

健康危害：对皮肤、黏膜有强烈刺激作用和腐蚀作用。吸入较低浓度，很快发生眼和呼吸道黏膜的刺激症状，并有头痛、眩晕、全身无力、胸部发紧、干咳、恶心和呕吐等症状；吸入高浓度时有剧咳、呼吸困难、哮喘，严重时可发生窒息、肺炎、肺水肿。可出现中枢神经系统症状。皮肤接触高浓度溴蒸气或液态溴可造成严重灼伤。长期吸入，除黏膜刺激症状外，还伴有神经衰弱综合征。

急救措施：皮肤接触时脱去污染的衣着，用流动清水冲洗10min或用2%碳酸氢钠溶液冲洗。若有灼伤，就医治疗。眼睛接触时用流动清水或生理盐水冲洗至少15min，就医。吸入时迅速脱离现场至空气新鲜处。呼吸困难时给输氧。呼吸停

止时，立即进行人工呼吸，就医。食入患者清醒时立即漱口，给饮牛奶或蛋清，立即就医。

防护措施：可能接触其蒸气或烟雾时，必须佩戴防毒面具或供气式头盔。紧急事态抢救或逃生时，建议佩戴自给式呼吸器，戴化学安全防护眼镜，穿工作服（防腐材料制作），戴橡胶手套。工作后，淋浴更衣。单独存放被毒物污染的衣服，洗后再用。

泄漏应急处理：疏散泄漏污染区人员至安全区，禁止无关人员进入污染区，建议应急处理人员戴正压自给式呼吸器，穿厂商特别推荐的化学防护服（完全隔离）。不要直接接触泄漏物，在确保安全的情况下堵漏。用砂土、干燥石灰或苏打灰混合，收集运至废物处理场所处置。也可以用大量水冲洗，经稀释的洗水放入废水系统。

包装方法：用耐酸陶瓷坛或玻璃瓶包装，坛（瓶）口密封。每坛净重 25kg 或 30kg。坛（瓶）装入木箱，箱与坛（瓶）之间加衬垫物，防止挤破。包装上应有明显的“腐蚀性物品”及“强氧化剂”标志，副标志：毒害品。

贮存运输：属一级无机酸性腐蚀物品，危规编号：GB 8.1 类 81021。剧毒 GB 58—93 B1098；UN No.1744；IMDG CODE 8130 页，8.1 类。副危险 6.1 类。CAS：7726-95-6。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。要防止日光曝晒，与火种和热源隔离，不得与氨、氢、磷、锑粉和碱类等共贮混运。应远离木屑、刨花、稻草等，以防燃烧。运输装卸时要轻拿轻放，避免坛（瓶）破碎。

消防措施：失火时，可用干砂、二氧化碳灭火器扑救。

灭火方法：水、二氧化碳、砂土。

【生产单位】 天津长芦海晶集团有限公司，天津长芦汉沽盐场有限责任公司，山东裕源集团有限公司，山东海化股份有限公司，河北南堡盐场第三化工厂，山东潍坊张氏化工有限公司，山东大地盐化集团，青岛海湾集团青岛环海有机化工厂，山东埕口盐化有限责任公司，山东潍坊中发化工有限公司，江西核工业金品生物科技有限公司。

Ac002 氢溴酸

【英文名】 hydrobromic acid

【结构式】 HBr

【分子量】 80.92

【物化性质】 无色或浅黄色液体，微发烟。液体相对密度：HBr 47% 水溶液 1.49。熔点 −88.5℃，沸点 −67.0℃。易溶于氯苯、二乙氧基甲烷等有机溶剂，能与水、醇、乙酸混溶。露于空气及日光中因溴游离，色渐变暗。强酸性，具有与盐酸相似的刺激味。除白金、金和钽等金属外，对其他金属皆腐蚀，生成金属溴化物；有强还原性，能被空气中的氧及其他氧化剂氧化为溴。

【质量标准】 国家标准 GB 621—1993

项　目		分析纯	化学纯
含量(HBr)/%	≥	40.0	40.0
色度/黑曾单位	≤	20	30
灼烧残渣(以硫酸盐计)/%	≤	0.005	0.01
氯化物(Cl^-)/%	≤	0.02	0.02
碘化物(I^-)/%	≤	0.005	0.01
硫酸盐及亚硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)/%	≤	0.002	0.005
磷酸盐(以 PO_4^{3-} 计)/%	≤	0.0005	0.001
铁(Fe)/%	≤	0.0001	0.0002
重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.0002	0.0005
砷(As)/%	≤	0.00004	0.0001

【用途】 是制造各种无机溴化物如溴化钠、溴化钾、溴化锂和溴化钙等和某些烷基溴化物如溴甲烷、溴乙烷等的基本原料。医药上用以合成镇静剂和麻醉剂等。也是一些金属矿物的良好溶剂，用

于高纯金属的提炼。石油工业用作烷氧基和苯氧基化合物的分离剂，脂环烃及链烃氧化为酮、酸或过氧化物的催化剂。也用于合成染料和香料等。

【制法】

（1）赤磷法　先将赤磷放入盛水的反应器中，在搅拌下缓慢加入溴素，反应生成氢溴酸和亚磷酸，通过沉降、过滤、蒸馏制得氢溴酸成品。其反应式如下：

$$P_4+6Br_2+12H_2O \longrightarrow 12HBr+4H_3PO_3$$

（2）二氧化硫法　将二氧化硫通入加有溴和碎冰的反应釜中，保持温度在20℃以下进行反应，直至溶液呈黄色。将混合溶液进行蒸馏，蒸出溶液加入氢氧化钡溶液与生成的硫酸反应，生成硫酸钡沉淀。经静置，过滤，除去沉淀，再蒸馏滤液即得氢溴酸成品。其反应式如下：

$$Br_2+SO_2+2H_2O \longrightarrow 2HBr+H_2SO_4$$

【安全性】

健康危害：皮肤与之接触会发痒，甚至发炎。其蒸气强烈刺激眼睛和呼吸器官，吸入后会中毒。

急救措施：如不慎溅到皮肤上应立即用水冲洗干净。如不慎溅入眼内应立即用水冲洗15min，就医。

防护措施：动物一次吸入刺激阈浓度是0.026mg/L，吸入0.066mg/L可致中枢神经系统和体温调节功能障碍，但其作用比溴弱2～3倍。最高容许浓度为$2mg/m^3$。

包装方法：用塑料桶或瓷坛包装，容器口需拧紧密封，陶制品容器外包装为木箱，空隙处用衬垫填实，每桶（坛）净重20kg。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中。避光密封保存。防热，避免与纤维物质接触。应与氰化物、碱类分开存放。漏洒时用水或碱水冲洗中和。

贮存运输：属二级无机酸性腐蚀物品。危规编号：GB 8.1 类 81017。UN No.1788；IMDG CODE 8183 页，8.1 类。搬运时应轻装轻卸，保持包装完好。

【生产单位】　天津长芦海晶集团，山东寿光神润发海洋化工有限公司，山东海化集团有限公司，东营市海晶工贸有限责任公司，湖北武汉制药厂，天津塘沽化工厂，安阳市郊区通达精细化工厂，苏州市晶华化工有限公司，山东天信化工有限公司，山东潍坊海益精细化工有限公司，山东寿光卫东化工有限公司，潍坊海益精细化工有限公司。

Ac003 溴化氢

【英文名】　hydrogen bromide

【结构式】　HBr

【分子量】　80.91

【物化性质】　无色，具有窒息性臭味，有刺激性的气体。遇潮湿空气可发出具有腐蚀性的毒烟雾。熔点−86.86℃，沸点−66.72℃，相对密度3.85。临界温度90℃，临界压力8.51×10^6Pa。液化时成为浅黄色液体，纯品在空气中较稳定，但遇光及热易被氧化而游离出溴，遇臭氧能发生爆炸性反应，溶于水，水溶液为强酸，称氢溴酸，溶于醇。

【质量标准】　参考标准

项目	指标
外观	无色、高毒、有腐蚀性和刺激性液化的酸性气体
含量(液相)/%　　≥	99.8
氯化氢/%　　≤	0.2

【用途】　用于无机和有机溴化物的制造；还用于合成香料、染料等。

【制法】　溴素与氢气在活性炭催化剂存在下直接合成溴化氢，然后蒸馏、提纯，制得溴化氢。其反应式如下：

$$Br_2+H_2 \longrightarrow 2HBr$$

【安全性】

毒性及防护：本品高毒，气体或蒸气都

有刺鼻恶臭，都能刺激眼睛和呼吸系统，应使吸入气体的患者脱离污染区，安置休息并保暖；如眼睛污染用大量水冲洗，严重者须就医诊治。皮肤污染时先用大量水冲洗，严重者须就医诊治。本品不燃，如因与其他物品接触引起火灾时，消防人员须穿戴全身防护服，关闭火场中的钢瓶阀门，并用水喷淋保护去关阀门的人员，火场附近的钢瓶可用水冷却。

包装及贮运：钢瓶包装。贮存于阴凉、通风良好的仓库内；搬运时轻装轻卸，防止容器受损；避光、避热、避免受潮；与氧化剂、卤素和可燃物隔离贮运。有毒气体。危规编号：GB 2.3 类 23004。剧毒 GA 58—93B1099。UN No.1048；IMDG CODE 2149 页，2.3 类。副危险 6.1 类。

【生产单位】 天津长芦海晶集团，天津长芦汉沽盐场有限责任公司，江阴市苏利精细化工有限公司，潍坊富瑞德化学工业有限公司，重庆市化工研究院，台州市海达医化有限公司。

Ac004 溴化铝

【别名】 三溴化铝

【英文名】 aluminum bromide; aluminum tribromide

【结构式】 $AlBr_3$

【分子量】 266.69

【物化性质】 白色至黄红色，三方结晶或粉末。相对密度 3.205 (18℃)，熔点 97.5℃，沸点 256℃ (升华)；潮湿空气中易水解发出白烟，溶于冷水并激烈反应，热水中分解，溶于很多溶剂，如醇、丙酮、二硫化碳、苯、甲苯、二甲苯。六水物为淡黄色略带红色针状结晶，易潮解，遇水发热，引起爆炸；与钾、钠的混合物经撞击能引起爆炸。

【质量标准】 企业标准沪 Q/HG 22674—67

指标名称		指标(试剂级)
溴化铝含量/%	≥	95
水不溶物/%	≤	0.05
铁(Fe)/%	≤	0.01
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤	0.1
重金属(Pb)/%	≤	0.005
碱土金属/%	≤	0.5
酸度/%	≤	0.4

【用途】 用作有机合成催化剂、溴化剂、分析试剂，异构化的催化剂等。

【制法】 可用金属铝或铝化合物法制造。

(1) 金属铝法 将铝加入反应器中，加入溴素进行反应，生成溴化铝，经减压蒸馏制得三溴化铝，其反应式如下：

$$2Al+3Br_2 \longrightarrow 2AlBr_3$$

(2) 氢氧化铝法 将氢氧化铝加入反应器中，加氢溴酸溶解反应，生成溴化铝。其反应式如下：

$$Al(OH)_3+3HBr \longrightarrow AlBr_3+3H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：有毒性及腐蚀性。经口或吸入会中毒，与水剧烈反应释出刺激性和腐蚀性的气体，能严重刺激眼睛、黏膜、皮肤和呼吸系统。应使吸入蒸气的患者脱离污染区，安置休息并保暖。眼睛受刺激用水冲洗，皮肤接触用水冲洗；误服立即漱口，急送医院救治。操作人员必须穿戴全身耐酸防护用品，泄漏物用干砂混合，送到空旷的地方，分批逐渐倒入水中，经稀释的污水放入废水系统。

包装及贮运：本品为腐蚀品。包装用玻璃瓶，再集中于木箱内衬垫料，每瓶净重 500g。贮存于阴凉、干燥、避免阳光直射的仓库内，不可受潮；与碱类、氧化剂隔离贮运，本品能腐蚀包装，不宜久贮。为酸性腐蚀品。GB 8.1 类 81058。UN No.1725。IMDG CODE 8100 页，8.1 类。消防人员必须穿戴全身防护服；用水泥粉、干燥砂土、二氧化碳灭火器

灭火，不可用水。

【生产单位】 潍坊宏远化工有限公司，北京恒业中远化工有限公司，铜陵盛凯科技发展有限公司，铜陵阳光合成材料有限公司，无锡市郊区间江化工厂。

Ac005 溴化铵

【英文名】 ammonium bromide medicine

【结构式】 NH_4Br

【分子量】 97.95

【物化性质】 无色或白色立方结晶体粉末，味咸。相对密度 2.429，沸点 235℃（真空下），452℃升华。溶于水、醇、丙酮，微溶于乙醚，水溶液呈中性或弱酸性。空气中有吸湿性，且轻微分解，因析出少量溴而使颜色变黄。其中溴离子可被氟、氯取代，能被强氧化剂如氯酸盐、高锰酸盐、浓硝酸及浓硫酸氧化而析出溴，与硝酸银反应可生成黄色溴化银沉淀。

【质量标准】

1. 中华人民共和国药典（1995 年版）

指标名称		指标
溴化铵(NH_4Br)/%	≥	99.0
氯化物(Cl^-)/%	≤	0.5
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤	0.02
干燥失量/%	<	3
灼烧残渣/%	<	0.1
重金属/$\times 10^{-6}$	<	1.0
砷盐/$\times 10^{-6}$	<	4

2. 化工行业标准 HG/T 3810—2006

项目		指标
主含量(以 NH_4Br 计) 质量分数/%	≥	99.0
水分/%	≤	0.2
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/%	≤	0.1
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/%	≤	0.01
重金属(以 Pb 计)质量分数/%	≤	0.0005
pH 值(50g/L 溶液)		4.5～6.0

【用途】 医药上用作镇静剂，是神经衰弱及癫痫等的口服药；感光工业上用作感光乳剂，也用于木材防火剂及化学分析试剂等方面。

【制法】 合成法：将水和液氨加入反应器中，在搅拌下缓慢加入溴，控制温度在 60～80℃，通氨至 pH7～8 为反应终点。所得反应液经活性炭脱色、过滤、蒸发、结晶、干燥而得溴化铵成品。其反应式如下：

$$8NH_3 \cdot H_2O + 3Br_2 \longrightarrow 6NH_4Br + N_2\uparrow + 8H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：对全身中毒作用微弱，但要防止摄入、吸入体内，避免与眼睛及皮肤接触。如果摄入，会发生眩晕、恶心；如果吸入，会发生呕吐，两种情况如有发生应立即请医生治疗；如果溅入眼睛内，应立即用大量新鲜水至少冲洗 20min，并请医生治疗。皮肤触及本品，也要用大量水冲洗，被污染的衣服、鞋等要洗净才可再用。生产条件下，应防止溴化物粉尘排到空气中。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的木桶包装，每桶净重 25kg。应贮存在阴凉、干燥、避光的库房中；容器应密闭，应与酸类物品隔离，运输时要防雨淋和日光曝晒，装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水和各种灭火器扑救。

【生产单位】 山东寿光神润发海洋化工有限公司，山东天信化工有限公司，潍坊海化远大精细化工有限公司，重庆西南制药二厂，北京北化精细化学品有限责任公司，苏州感光助剂厂，江苏如东光荣化工厂，江苏沃德化工有限公司，山东潍坊龙威实业有限公司。

Ac006 溴化钙

【英文名】 calcium bromide

【结构式】 $CaBr_2$

【分子量】 199.89

【物化性质】 无色斜方针状结晶或晶块，无臭，味咸而苦。相对密度 3.353（25℃），熔点 730℃（微分解），沸点 806～812℃。极易溶于水，水溶液显中性；溶于乙醇、丙酮和酸；微溶于甲醇、液氨；不溶于乙醚或氯仿。可与碱金属卤化物形成复盐，有很强的吸湿性。

【质量标准】 参考标准

指标名称	企业规格	分析纯	化学纯
溴化钙/% ≥	98	98	98
氯化物(Cl^-)/% ≤	0.4	0.2	0.5
溴酸盐(BrO_3^-)/% ≤	无反应	0.001	0.002
硫酸盐(SO_4^{2-})/% ≤	0.05	0.02	0.03
重金属(Pb)/% ≤	0.001	0.001	0.002
铁(Fe)/% ≤	0.0005	0.0005	0.001
砷(As)/% ≤	0.0004	—	—
水不溶物/% ≤	—	0.005	0.01
澄清度试验	—	合格	合格
钡(Ba)/% ≤	—	0.01	0.02
碱金属及镁/% ≤	—	0.3	0.5

【用途】 用于石油钻井，也用于制造溴化铵及光敏纸、灭火剂、制冷剂等。医药上用作中枢神经抑制药，具有抑制、镇静作用，用以治疗神经衰弱、癫痫等症。

【制法】

（1）溴化亚铁法 在盛有水的反应器中，加入铁屑，在搅拌下分批加入溴素，于 40℃下进行反应生成溴化亚铁，再加入氢氧化钙调 pH 值，加热至沸，然后经冷却、分离除去氢氧化亚铁，滤液经蒸发、冷却至 30℃静置，经脱色、过滤、蒸发至 210℃左右，再经冷却，制得溴化钙。其反应式如下：

$$Fe + Br_2 \longrightarrow FeBr_2$$

$$FeBr_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaBr_2 + Fe(OH)_2 \downarrow$$

（2）直接法 将氨气通入石灰乳，加入溴素，于 70℃以下进行反应，过滤，滤液保持在碱性条件下逐出氨，静置，脱色，滤液经浓缩，制得溴化钙成品。

【安全性】

毒性及防护：对眼睛和皮肤有刺激，如皮肤、眼睛接触了溴化钙盐水，要立即用水冲洗 15min，并请医生诊治。

包装及贮运：用棕色玻璃瓶包装，每瓶净重 500g。贮存在阴凉、干燥处，应密封避光保存。运输时要防雨淋和日光曝晒，装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 山东天信化工有限公司，东营市海晶工贸有限责任公司，潍坊海化远大精细化工有限公司，寿光市海洋化工有限公司，潍坊宏远化工有限公司，潍坊强源化工有限公司，山东潍坊大成盐化公司，山东寿光富瑞德化学有限公司，辽宁锦州制药厂，上海试四赫维化工有限公司。

Ac007 溴化亚铜

【英文名】 cuprous bromide

【结构式】 CuBr

【分子量】 143.45

【物化性质】 白色立方结晶或粉末。相对密度 4.98，熔点 497℃，沸点 1345℃，热导率 1.25W/（m·K），热膨胀系数 15.4×10^{-6}/K。在空气中慢慢氧化成绿色，溶于氢溴酸、盐酸、硝酸和氨，热水中分解，不溶于丙酮、醋酸及沸浓硫酸。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
溴化亚铜(CuBr)含量/%	99

【用途】 用于彩色照相、电池，用作有机反应催化剂及尼龙稳定剂。

【制法】 将硫酸铜和溴化钾溶液混合，然后加入二氧化硫反应，反应物经洗涤、过滤、干燥后制得溴化亚铜成品。

【安全性】

包装及贮运：玻璃瓶装，每瓶净重500g，再集中于木箱内衬垫料，或用内衬聚乙烯塑料袋的桶装，每桶净重25kg或50kg。贮存于阴凉、干燥、通风的仓库内，密封保存，远离热源和火种，与可燃物和氧化剂隔离贮运，搬运时轻装卸，防止包装容器破损。失火时，可用干砂土、干粉和各种灭火器扑救。

【生产单位】 江苏省吴江市阮氏化工有限公司，北京北化精细化学品有限责任公司，上海市绿源精细化工厂，陕西岐山县炼油厂，上海振欣试剂厂，上海科创化工有限公司，上海新宝精细化工厂，上海伊瑞化工有限公司，天津市风船化学试剂科技有限公司。

Ac008 溴化锂

【英文名】 lithium bromide

【结构式】 LiBr

【分子量】 86.84

【物化性质】 白色立方晶系结晶或粒状粉末、无色透明或淡黄色液体，相对密度3.464（25℃），熔点547℃，沸点1265℃，极易潮解，易溶于水，溶解度为254g/100mL水（90℃），溶于乙醇和乙醚，微溶于吡啶，可溶于甲醇、丙酮、乙二醇等有机溶剂；一水物干燥失水可得无水盐。

【质量标准】 化工行业标准《制冷机用溴化锂溶液》HG/T 2822—2012

指标名称		Ⅰ类	Ⅱ类
溴化锂(LiBr)(质量分数)/%	≥	50.0	50.0
pH值(100g/L溶液)		9.0～10.5	9.0～10.5
铬酸锂(Li_2CrO_4)(质量分数)/%		0.15～0.25	—
钼酸锂(Li_2MoO_4)(质量分数)/%		—	0.005～0.03
氯化物(以Cl^-计)(质量分数)/%	≤	0.10	0.10
硫酸盐(以SO_4^{2-}计)(质量分数)/%	≤	0.02	0.02
溴酸盐(以BrO_3^-计)(质量分数)/%	≤	0.003	0.003
铵盐(以NH_4^+计)(质量分数)/%	≤	0.001	0.001
钾(K)和钠(Na)总含量(质量分数)/%	≤	0.005	0.005
钙(Ca)(质量分数)/%	≤	0.005	0.005
镁(Mg)(质量分数)/%	≤	0.001	0.001
铁(Fe)(质量分数)/%	≤	0.001	0.001
碳酸盐(以CO_3^{2-}计)(质量分数)/%	≤	0.02	0.02

【用途】 是一种高效的水蒸气吸收剂和空气湿度调节剂。54%～55%浓度的溴化锂可用作吸收式制冷剂，在有机化学中用作氯化氢脱除剂、有机纤维（如羊毛、头发等）膨松剂，医药上用作催眠剂和镇静剂，此外，还用于感光工业、分析化学以及某些高能电池中的电解质和化学试剂。

【制法】

（1）中和法　氢氧化锂与氢溴酸进行中和反应，反应液经脱色、过滤、浓缩滤液、过滤、浓缩、结晶、分离，制得溴化锂粒状粉末成品。其反应式为

$$LiOH + HBr \longrightarrow LiBr + H_2O$$

（2）溴化铁法　将铁屑与溴素作用生成溴化铁，再以碳酸锂与溴化铁作用制得

溴化锂。该法工艺较为繁杂，容易造成溴化锂损失而降低收率。

【安全性】

危害与防护：溴化锂粉末可引起中枢神经系统的抑制，长期吸入可导致皮肤斑疹及中枢神经系统的紊乱。眼睛及皮肤与之直接接触，会使黏膜及表面失水，引起化学感染。本品不慎与人体直接接触，应立即用大量清水冲洗，然后请医生诊治。生产环境应空气流通，防止溴化锂粉末在空气中滞留，操作人员要穿戴劳保用品，且劳保用品要单独存放，经常清洗。

包装及贮运：用聚乙烯塑料桶包装，每桶净重 40kg。应贮存于通风、干燥的库房中，包装应密封、防潮；运输时要防雨淋和防日光曝晒，装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 江苏沃德化工有限公司，青岛仁通制冷有限公司，连云港振圣溴化锂有限公司，新余市赣锋锂业有限公司，新疆锂盐厂，闻远（武汉）新材料有限公司，连云港市新风溴化锂厂，潍坊丹灵精细化工有限公司，潍坊海化远大精细化工有限公司，寿光市海洋化工有限公司，潍坊强源化工有限公司，潍坊宏远化工有限公司。

Ac009 溴化钾

【英文名】 potassium bromide

【结构式】 KBr

【分子量】 119.0

【物化性质】 无色立方晶体，无臭，味咸而微苦。相对密度 2.75，熔点 734℃，沸点 1435℃。见光易变黄，稍有吸湿性。溶于水（100℃时溶解度为 102g/100mL 水）和甘油，微溶于乙醇和乙醚，水溶液呈中性，其溴离子可被氟、氯取代，与硫酸反应可生成溴化氢，与硝酸银反应生成黄色溴化银沉淀。

【质量标准】

1.《中国药典》（1995 年版）和化工行业标准《工业溴化钾》HG/T 3808—2006

指标名称	《中国药典》（1995 年版）	HG/T 3808—2006	
		优等品	一等品
溴化钾（KBr）/% ≥	99.0	99.0	98.5
水分/% ≤	3.0	0.3	0.5
氯化物（Cl^-）/% ≤	0.50	0.1	0.5
碘化物（I^-）/% ≤	—	0.006	0.01
pH 值（50g/L 溶液）	—	5.5～7.5	5.0～8.0
溴酸盐（BrO_3^-）/% ≤	符合检验	0.003	0.005
硫酸盐（SO_4^{2-}）/% ≤	0.02	0.01	0.02
铁（Fe）/% ≤	—	0.0004	0.0005
重金属（Pb）/% ≤	0.00001	0.0004	0.0005
砷盐（以 As 计）/% ≤	4	—	—

2. 化工行业标准《照相化学品溴化钾（乳剂用）》HG/T 3570—2001

项目	指示	
	照相一级	照相二级
溴化钾含量（KBr）/%	≥99.5	≥99.0
水溶液反应	合格	合格
澄清度试验	合格	合格
水不溶物/%	≤0.005	≤0.01
氯化物（Cl^-）/%	≤0.2	≤0.5
溴酸盐（以 BrO_3^- 计）/%	≤0.001	≤0.003
碘化物（I）/%	≤0.005	≤0.01
硫酸盐（SO_4^{2-}）/%	≤0.002	≤0.005
铁（Fe）/%	≤0.00005	≤0.0001
铜（Cu）/%	≤0.00005	≤0.0001
铅（Pb）/%	≤0.00002	≤0.00005
铋（Bi）/%	≤0.00002	≤0.00005
照相性能	合格	合格

【用途】 用于感光材料工业制造感光胶片、显影药、底片加厚剂、调色剂和彩色照片漂白剂等；医药上用作神经镇静剂（三溴片），此外还用于化学分析试剂、分光和红外线的传递、制特种肥皂，以及雕刻、石印等方面。

【制法】 尿素还原法：将溶有尿素的苛性钾溶液送入反应器中，于80℃缓慢加入溴素进行反应，至pH值为6～7时反应完全。将反应液加入贮槽用活性炭脱色，待溶液澄明后再过滤、蒸发、结晶、离心分离、干燥，即得溴化钾成品。其反应式如下：

$$3Br_2+6KOH+CO(NH_2)_2 \longrightarrow 6KBr+5H_2O+CO_2\uparrow+N_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：要避免摄入或吸入，避免眼睛、皮肤与之接触。如摄入，会发生头眩晕、恶心，要立即请医生治疗；如吸入，则会出现呕吐，应立即将病人移到新鲜空气处并请医生诊治；如溅入眼中，立刻要用大量新鲜水冲洗20min；皮肤接触了溴化钾也要用大量水冲洗。

包装及贮运：用两层纸袋内衬聚乙烯塑料袋、外套瓦楞纸箱包装，每箱净重20kg、25kg或50kg。应贮存在通风、干燥的库房中，包装应完整，注意防潮避光。运输时要防雨淋和日晒，装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 山东天信化工有限公司，潍坊海化远大精细化工有限公司，山东寿光神润发海洋化工有限公司，重庆西南制药二厂，重庆化学试剂总厂，广州化学试剂厂，江苏如东光荣化工厂，苏州永达化工有限公司。

Ac010 溴化钠

【英文名】 sodium bromide

【结构式】 NaBr

【分子量】 102.89

【物化性质】 无色立方晶系晶体或白色颗粒状粉末。无臭，味咸而微苦，相对密度3.203（25℃），熔点747℃，沸点1390℃，在空气中有吸湿性，易溶于水（100℃时溶解度为121g/100mL水），水溶液呈中性，微溶于醇，51℃时溶液中析出无水溴化钠结晶，低于51℃则生成二水物。其溴离子可被氟、氯所取代。在酸性条件下，能被氧氧化，游离出溴，可与稀硫酸反应生成溴化氢。

【质量标准】

1. 化工行业标准《工业溴化钠》HG/T 3809—2006

项目	指标	
	优等品	一等品
主含量(以NaBr计)质量分数/% ≥	99.0	98.5
水分/% ≤	0.3	0.5
氯化物(以Cl^-计)质量分数/% ≤	0.1	0.5
硫酸盐(以SO_4^{2-}计)质量分数/% ≤	0.01	0.02
溴酸盐(以BrO_3^-计)质量分数/% ≤	0.003	0.005
碘化物(以I^-计)质量分数/% ≤	0.006	0.01
重金属(以Pb计)质量分数/% ≤	0.0004	0.0005
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.0004	0.0005
pH值(50g/L溶液)	5.5～7.5	5.0～8.0

2. 国家标准《化学试剂溴化钠》GB/T 1265—2003

名称	分析纯	化学纯
含量(NaBr)/% ≥	99.0	98.0
pH值(50g/L,25℃)	5.5～8.5	5.5～8.5
澄清度试验	合格	合格
水不溶物/% ≤	0.005	0.02
氯化物(Cl^-)/% ≤	0.2	0.5
溴酸盐(BrO_3^-)/% ≤	0.001	0.003

续表

名称		分析纯	化学纯
碘化物(I^-)/%	≤	0.02	0.05
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤	0.002	0.005
总氮量(N)/%	≤	0.001	0.002
镁(Mg)/%	≤	0.0005	0.002
钾(K)/%	≤	0.1	—
钙(Ca)/%	≤	0.002	0.005
铁(Fe)/%	≤	0.0002	0.0005
钡(Ba)/%	≤	0.002	0.005
重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.0002	0.0005

注：表中“%”指质量分数。

【用途】 用于感光工业配制胶片感光液，医药上用于生产利尿剂和镇静剂，香料工业中用于生产合成香料，印染工业中用作溴化剂，还用于有机合成和水处理剂等方面。

【制法】

（1）尿素还原法 将纯碱（碳酸钠）、尿素用热水溶解，并送入反应器中，缓慢加入溴素进行反应，生成溴化钠。然后再加入活性炭脱色，经过滤、蒸发结晶、离心分离、干燥，制得溴化钠成品。其反应式如下：

$$3Br_2+3Na_2CO_3+NH_2CONH_2 \longrightarrow 6NaBr+4CO_2\uparrow+N_2\uparrow+2H_2O$$

（2）中和法 将约 40%的氢溴酸加入反应器中，在搅拌下缓慢加入 40%烧碱溶液进行中和，至 pH7.5～8 时生成溴化钠，经离心分离、蒸发、结晶再离心分离，制得溴化钠成品。其反应式如下：

$$HBr+NaOH \longrightarrow NaBr+H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：要防止摄入、吸入，防止眼睛、皮肤与之接触。如果摄入、吸入，会发生眩晕、恶心、呕吐，要立即请医生诊治；如溅入眼中，要立即用新鲜水冲洗 20min；皮肤接触了溴化钠，也要用大量水冲洗。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的纤维板桶包装，每桶净重 50kg。应贮存在干燥、通风的库房中，包装应完整，应避光贮存、防潮。运输时要防雨淋和日光曝晒，装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水和各种灭火器扑救。

【生产单位】 苏州永达化工有限公司，山东天信化工有限公司，山东潍坊龙威实业有限公司，江苏沃德化工有限公司，河北冀衡化工总厂，重庆化学试剂总厂，潍坊海化远大精细化工有限公司。

Ac011 溴化锌

【英文名】 zinc bromide

【结构式】 $ZnBr_2$

【分子量】 225.198

【物化性质】 白色易潮解结晶粉末。相对密度 4.5，熔点 394℃，沸点 650℃，汽化热 118kJ/mol；熔化热 16.70kJ/mol，折射率 1.5452（20℃）；易溶于水、醇、乙醚、丙酮及碱金属氢氧化物溶液。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
含量($ZnBr_2$)/%	≥	98.0
碱金属与碱土金属(以硫酸盐计)/%	≤	0.2
盐酸不溶物/%	≤	0.005
铁(Fe)/%	≤	0.001
铅(Pb)/%	≤	0.005
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤	0.01

【用途】 用作化学分析试剂、照相乳剂、制药工业，还用于合成纤维的后处理剂。

【制法】 直接法：纯金属锌与精溴在二氧化碳气氛中加热反应，经蒸馏制得溴化锌。其反应式如下：

$$Zn+Br_2 \longrightarrow ZnBr_2$$

【安全性】

健康危害：本品无毒，但对眼睛和呼吸道及皮肤仍有刺激。工作场所应通风干燥，生产、使用者的工作服要单独存放，经常清洗，如不慎与人体直接接触，要用清水冲洗，严重者须就医。操作时注意防护。

包装贮运：用内衬聚乙烯塑料袋包装，每袋净重 12kg、50kg，容器应密封；贮存于防潮、避光、通风的仓库内。

【生产单位】 山东天信化工有限公司，北京北化精细化学品有限责任公司，潍坊海化远大精细化工有限公司。

Ac012 溴酸钾

【英文名】 potassium bromate

【结构式】 $KBrO_3$

【分子量】 167.00

【物化性质】 白色或无色三方晶系结晶或颗粒。相对密度 3.27（17.5℃），熔点 434℃，常温下稳定，加热至 370℃ 则分解，放出氧气而生成溴化钾；溶于水，100℃时溶解度为 49.75g/100mL 水，微溶于醇，不溶于丙酮；水溶液为强氧化剂，其固体与有机物、硫化物混合研磨时能引起爆炸！有毒！2005 年起我国禁止在面包中加入溴酸钾。

【质量标准】

1. 化工行业标准《工业溴酸钾》HG/T 4512—2013

项目	指标	
	优等品	一等品
溴酸钾($KBrO_3$)质量分数/% ≥	99.5	99.0
溴化物(以 Br^- 计)质量分数/% ≤	0.05	0.06
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/% ≤	0.01	0.02
水分质量分数/% ≤	0.2	0.5
氯化物及氯酸盐(以 Cl 计)质量分数/% ≤	0.05	0.10
pH(50g/L 溶液)	5.0～8.0	

2. 其他参考标准

项目	指标	
	分析纯	化学纯
含量(以 $KBrO_3$ 计)/% ≥	99.8	99.5
澄清度	合格	合格
水不溶物/% ≤	0.002	0.01
氯化物及氯酸盐(以 Cl^- 计)/% ≤	0.03	0.1
溴化物(以 Br^- 计)/% ≤	0.005	0.004
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)/% ≤	0.005	0.001
钠(Na)/% ≤	0.02	0.05
铁(Fe)/% ≤	0.0005	0.001
重金属(以 Pb 计)/% ≤	0.0005	0.001
砷(As)/% ≤	—	—
水分/% ≤	—	—

【用途】 是常用的氧化剂，用作分析化学中的基准物质，以点滴分析测定镓。在水银精制中，其 3% 水溶液可用于水银提纯，还用作羊毛处理剂、印染助剂、制造感光胶片显影药剂及底片加厚剂等。

【制法】

（1）电解法　将由溴素与氢氧化钾合成的溴化钾用蒸馏水溶解配成电解液，电解 24h 后出第一批粗品，以后每 12h 取一次粗品，粗品经水洗除去溴化钾后用蒸馏水溶解，加少量氢氧化钾调 pH 值为 8，保温 0.5h 后过滤，将澄清滤液在结晶器中冷至室温，经结晶、分离、干燥，制得溴酸钾产品。其反应式如下：

$$KBr+3H_2O \longrightarrow KBrO_3+3H_2\uparrow$$

（2）氯氧化法　石灰乳和溴素反应后通入氯气进行氯氧化反应，至 pH 值达 6～7 反应终止。除渣后，蒸发滤液。加入氯化钡溶液反应生成溴酸钡沉淀，将过滤后的沉淀加水悬浮，保持一定的温度加入碳酸钾进行复分解反应，粗品溴酸钾用少量蒸馏水多次洗涤后过滤、蒸发、冷却结晶、分离、干燥、粉碎，制得食用溴酸钾产品。其反应式如下：

$$6Ca(OH)_2+6Br_2 \longrightarrow Ca(BrO_3)_2+5CaBr_2+6H_2O$$

$$CaBr_2+6Cl_2+6Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca(BrO_3)_2+6CaCl_2+6H_2O$$

$Ca(BrO_3)_2+BaCl_2 \longrightarrow Ba(BrO_3)_2\downarrow+CaCl_2$

$Ba(BrO_3)_2+K_2CO_3 \longrightarrow 2KBrO_3+BaCO_3\downarrow$

【安全性】

危险特性：强氧化剂。与铵盐、金属粉末、可燃物、有机物或其他易氧化物形成爆炸性混合物，经摩擦或受热易引起燃烧或爆炸。与硫酸接触容易发生爆炸。能与铝、砷、铜、碳、金属硫化物、有机物、磷、硒、硫剧烈反应。

健康危害：吸入本品会引起恶心、呕吐、眩晕。严重者发生肾小管坏死和肝脏损害、高铁血红蛋白血症，听力损害。大量接触可致血压下降。要防止摄入和吸入，并要防止与眼睛、皮肤接触。

急救措施：误服者用水漱口，给饮牛奶或蛋清，就医。眼睛或皮肤接触本品，要立即用新鲜水冲洗 20min，就医。

防护措施：作业工人应该佩戴自吸过滤式防尘口罩，戴化学安全防护眼镜，穿聚乙烯防毒服，戴橡胶手套。

包装方法：用内衬两层聚乙烯塑料袋的大口铁（木）桶包装，每桶净重 20kg 或 50kg。内外包装均有明显“有毒”、“易爆”、“强氧化剂”标识。

贮存运输：二级无机氧化剂。危规编号：23019。贮存于阴凉、通风、干燥处。远离热源和火种，不得与有机物、还原剂、硫化物、易燃易爆及自燃自爆物品等共贮混运。运输时要防雨淋和日光曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止撞击。应按危险物品贮运规定进行贮存和运输。

消防措施：失火时，可用砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 江苏沃德化工有限公司，天津市化学试剂研究所，河北冀衡化工总厂，潍坊海化远大精细化工有限公司，寿光神润发海洋化工有限公司。

Ac013 溴酸钠

【英文名】 sodium bromate

【结构式】 $NaBrO_3$

【分子量】 150.89

【物化性质】 白色或无色立方晶系结晶或结晶颗粒。相对密度 3.339（17.5℃），熔点 381℃，易溶于水，0℃时溶解度为 27.5g/100mL 水，100℃ 时溶解度为 90.9g/100mL 水，不溶于醇。固体在高温加热时分解。本品系强氧化剂，易燃！与有机化合物、硫化物等混合研磨时易燃、易爆炸，与硫酸接触易着火或爆炸。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2766—2011

项目	指标	
	优等品	一等品
溴酸钠($NaBrO_3$)质量分数/% ≥	99.7	99.5
溴化物(以 Br^- 计)质量分数/% ≤	0.04	0.06
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/% ≤	0.01	0.03
水分质量分数/% ≤	0.1	0.1
吸光度(200g/L 溶液) ≤	0.05	0.12
氯化物及氯酸盐(以 Cl^- 计)质量分数/% ≤	0.05	0.1
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.0003	0.0005
重金属(以 Pb 计)质量分数/% ≤	0.0003	0.0005
砷(As)质量分数/% ≤	0.0002	0.0005
pH(50g/L 溶液)	6.0～7.5	

【用途】 主要用于制备无机化学产品、酚类测定的化学试剂，也常用作氧化剂，实验室溴素发生剂，化妆品冷烫发药剂；工业上用作羊毛整理剂，也用于贵、重金属的提取和纯化。

【制法】 氯氧化法：先由石灰粉与水配制的石灰乳滴加溴素进行反应，生成溴酸钙和溴化钙，再通入氯气进行氧化反应。经

过滤、洗涤，浓缩滤洗液。低温下加氯化钡溶液进行反应，反应生成的溴酸钡水洗后与碳酸钠进行复分解，再经过滤、蒸发、结晶、分离、干燥制得溴酸钠成品。

【安全性】

毒性及防护：摄入或吸入本品会出现眩晕、恶心、呕吐，如有发生，要立即请医生治疗；要避免眼睛、皮肤接触本品，如有接触，要立即用新鲜水冲洗，并请医生治疗。

包装及贮运：用内衬两层聚乙烯塑料袋的大口铁（木）桶包装，每桶净重 40kg；内外包装均有明显“有毒”、“易爆”、“强氧化剂”标识；应贮存在干燥、阴凉、通风良好的库房中，应远离铵化合物及硫酸，不得与易燃、易爆物共贮混运，运输时要防雨淋和日光曝晒，装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。属强氧化剂。危规编号：GB 5.1 类 51510。UN No.1494；IMDG CODE 5178 页，5.1 类。失火时，可用砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 江苏沃德化工有限公司，河北省衡水地区冀衡化工总厂，苏州工业园区永达化工有限公司，山东省海洋化工科学研究院，山东寿光神润发海洋化工有限公司，潍坊强源化工有限公司，深圳格林美高新技术股份有限公司，北京化工四厂，潍坊海化远大精细化工有限公司。

Ac014 亚溴酸钠

【英文名】 sodium bromite

【结构式】 $NaBrO_2$

【分子量】 134.89

【物化性质】 纯品系黄色结晶，易溶于水，遇酸、光、热和金属（铁、锌、铜等）极易分解。工业品多为柠檬黄色的碱性溶液（pH13～14），含亚溴酸钠 170g/L；低温（0℃）时稳定，高温、常温、遇光均加快其分解速度；pH9.2 以下时，因生成原子态氧而具有漂白和退浆作用。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
外观	橙黄色透明溶液
亚溴酸钠($NaBrO_2$)/(g/L)	60～80
有效溴浓度/(g/L)	140～200
次溴酸钠浓度/(g/L) ≤	5
酸碱度(pH 值)	13～14
相对密度(25/4℃)	1.28～1.30

【用途】 纺织工业用作棉纺工业的退浆剂，具有退浆快、不用热源、不损坏织物纤维、手感好、退浆彻底均匀等优点；印染工业可代替红矾钠用于染料氧化发色，也用于漂白；造纸工业中用于纸张、浆料的处理，可增加纸张的耐磨强度。

【制法】 合成法：固碱加水配成液碱，低温下通氯气进行反应，除去氯化钠后加入溴素制成次溴酸钠，保持一定低温和 pH 值，使次溴酸钠进行歧化反应生成亚溴酸钠。用氨水脱除未歧化的次卤酸钠，经过滤、蒸发、过滤除盐，再经稳定液稀释混配制得亚溴酸钠成品。其反应式如下：

$$2NaOH + Cl_2 \longrightarrow NaClO + NaCl + H_2O$$
$$2NaOH + Br_2 \longrightarrow NaBrO + NaBr + H_2O$$
$$NaClO + NaBr \longrightarrow NaBrO + NaCl$$
$$2NaBrO \longrightarrow NaBrO_2 + NaBr$$
$$3NaBrO_2 \longrightarrow 2NaBrO_3 + NaBr$$

【安全性】

毒性及防护：避免与眼睛、皮肤接触，如有接触，要用大量新鲜水冲洗 20min，并立即请医生治疗。

包装及贮运：用外套木框的黑色聚乙烯塑料桶包装，每桶净重 25kg。贮存于避光、阴凉、通风处，应防日晒，不得与有机物和金属锌、铜、铁等还原性物质共贮混运，低温存放有效期为 3～5 个月；运输时要防雨淋、日晒；装卸时要轻拿轻放，防止包装破损；失火时，可用砂土和灭火器扑救。

【生产单位】 河北冀衡化工总厂，山东天信化工有限公司。

Ad 碳酸盐

碳酸盐系列包括可溶性的铵、钠、钾盐，品种规格不同的钙盐，各种有色金属的碳酸盐及碱式碳酸盐。除最基本的碳酸钠，以及钡、镁、锰等碳酸盐已在其他系列中介绍外，现有品种 24 个。

碳酸盐系列产品通常是以纯碱、碳酸氢铵为原料经加工转化，或以二氧化碳为原料直接碳化加工制得。目前产量大、生产厂多、用途广的主要有碳酸钙、碳酸钾、碳酸氢钠等。

我国生产轻质碳酸钙现有 300 多个生产厂。碳酸钙的品种规格虽然很多，但国内基本上还是以平均粒径在 3～5μm 纺锤形的轻质碳酸钙为主；在应用方面，碳酸钙主要作为塑料橡胶制品的填充剂，近年来在造纸方面的应用得到发展。

碳酸钾是重要的化工原料，应用广泛，其中最大用户是玻璃工业，用量占总耗量的 70%以上。目前我国碳酸钾的生产厂有 10 多家，年总生产能力 16 万吨以上，大多采用离子交换法生产，其次是电解法和路布兰法。早先采用草木灰法和桐碱法生产，现已逐步被淘汰。草木灰法与桐碱法可利用廉价原料生产一些含量低的产品；在燃料较充足地区可采用路布兰法，生产质量中档的产品；电解法一般只能生产工业级产品；离子交换法经历十多年生产实践，工艺逐趋成熟，产品质量稳定，优级品可达 60%以上，并具有原料利用率高、燃料消耗低等优点。在国外，尤其是日本和美国，以电解法生产居多。东欧及前苏联等大都采用有机胺法，此法原料氯化钾利用率高，制得产品纯度高。另外，最新开发的离子膜电解法可制得更高纯度的碳酸钾，因此，随着电力工业的发展，我国电解法生产工艺将得到发展。

碳酸氢钠（小苏打）是以纯碱加工的衍生产品，我国现有生产厂 10 多家，总生产能力 60 万吨以上。早先采用固相法，现逐步发展成液相法生产。以天然碱为原料生产小苏打的比例在不断扩大，其生产工艺及设备各厂大同小异。目前，小苏打产品质量优良，产量及品种已能满足国内需要，但仍需开发应用领域，扩大出口，以加速小苏打工业的进一步发展。

其他有色金属碳酸盐及碱式碳酸盐由于受原料及应用限制，大多产量

小、生产厂少、用途单一，所以还有待进一步开发用途、扩大产品品种及规格，以满足市场发展需要。

Ad001 食用碳酸氢铵

【别名】 食用重碳酸铵

【英文名】 ammonium bicarbonate for food

【结构式】 NH_4HCO_3

【分子量】 79.06

【物化性质】 无色、斜方晶体或单斜晶体，或白色结晶性粉末。相对密度1.58，熔点107.5℃。易溶于水（0℃时11.9g/100mL H_2O；30℃时27g/100mL H_2O），水溶液呈碱性，0.08%水溶液的pH值为7.8；溶于甘油，30～60℃时分解为二氧化碳和氨。有吸湿性，吸湿和受潮后放出刺激性的氨气味，干燥状态没有氨气味，在空气中易风化。

【质量标准】 国家标准GB/T 6275—86（工业级）和GB 1888—2014（食品级）

指标名称	GB/T 6275—86(工业级)	GB 1888—2014(食品级)
含量(NH_4HCO_3)/%	99.2～101.0	99.2～101.0
氯化物(以Cl^-计)/% ≤	0.007	0.0013
硫化物(以S计)/% ≤	0.0002	0.0002
硫酸盐(以SO_4^{2-}计)/% ≤	0.007	0.007
灼烧残渣/% ≤	0.008	0.008
铁(Fe)/% ≤	0.002	0.002
砷(As)/% ≤	0.0002	0.0002
重金属(以Pb计)/% ≤	0.0005	0.0005

【用途】 用作食品高级发酵剂。与碳酸氢钠合用可作面包、饼干、煎饼等膨松剂的原料，亦用作发泡粉末果汁的原料，还用于绿色蔬菜、竹笋等的烫漂，以及医药及试剂。

【制法】 碳化法：将氨气用水吸收后，用二氧化碳碳化，再经分离、干燥，制得碳酸氢铵。其反应式如下：

$$NH_3+CO_2+H_2O \longrightarrow NH_4HCO_3$$

【安全性】

毒性及防护：对皮肤有刺激作用，如不慎溅入眼内，可用大量水冲洗。应保护呼吸器官，保护皮肤。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的聚丙烯编织袋包装，每袋净重20kg，或用内衬塑料袋的铁桶包装，每桶净重20kg。贮存于阴凉、通风、干燥处，注意防潮、防高温、防曝晒；本品不可与有毒物品共贮混运。失火时可用水、砂土及灭火器扑救。

【生产单位】 南化集团有限公司氮肥厂，浙江巨化股份有限公司合成氨厂，上海中远化工有限公司吴淞化肥厂，石家庄市联碱厂，大化公司辽宁化肥厂，上海青浦化工有限公司，自贡鸿鹤化工股份有限公司。

Ad002 碳酸铵

【别名】 碳铵

【英文名】 ammonium carbonate

【结构式】 $(NH_4)_2CO_3 \cdot H_2O$

【分子量】 114.10

【物化性质】 无光泽斜方晶系结晶粉末。具有强烈的氨气味，一般得不到无水盐，工业品实际上是碳酸氢铵与氨基甲酸铵的复盐，含氨31%，二氧化碳为56%；溶于水，不溶于乙醇、二硫化碳及浓氨水中。在空气中不稳定，会逐渐变成碳酸氢铵及氨基甲酸铵，干燥物在58℃下很容易分解，放出氨及二氧化碳，70℃时水溶液开始分解，对光和热均不稳定，稍有吸湿性。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
含氨量(NH_3)/%	30～33
灼烧残余物/% ≤	0.01
气体发生量/mL ≥	70

【用途】 用作发酵粉、各种铵盐的原料、缓冲剂、印染助剂、肥料以及分析试剂等；食用碳酸铵用作缓冲剂、中和剂、膨松剂、发酵促进剂（制造葡萄酒）。

【制法】 碳化法：将二氧化碳、氨及蒸汽直接合成碳酸铵，通入冷却室，用水直接冷却，再经精制制得碳酸铵成品。其反应式如下：

$$2NH_3+CO_2+H_2O \longrightarrow (NH_4)_2CO_3$$

【安全性】

毒性及防护：属无机腐蚀物品。如不慎溅入眼内，迅速用大量清水冲洗；对皮肤有刺激作用。应注意防尘和除尘，保护呼吸器官，保护皮肤。

包装及贮运：用密闭的玻璃瓶、坛子或铁桶包装，包装上应有明显的“腐蚀性物品”标志。应贮存在阴凉、通风、隔绝火源的场所，容器要密封，以减少氨的挥发损失，避免日晒分解，不宜久存，不可与酸类物品共贮混运。运输时要防雨淋和日光曝晒。失火时，可用水、砂土扑救。

【生产单位】 广州化学试剂二厂，上海试四赫维化工有限公司。

Ad003 碱式碳酸铋

【别名】 次碳酸铋；碳酸氧铋

【英文名】 bismuth carbonate，basic

【结构式】 $(BiO)_2CO_3 \cdot 0.5H_2O$

【分子量】 518.98

【物化性质】 白色或微黄色粉末，见光逐渐变成褐色，无臭、无味。相对密度6.86，不溶于水、乙醇及其他有机溶剂，易溶于硝酸、盐酸和浓乙酸中，溶于氯化铵溶液，微溶于碱金属碳酸盐溶液；308℃分解，加热灼烧时分解成二氧化碳和氧化铋。

【质量标准】 企业标准，《中国药典》（1990年版）

指标名称	企业指标	医用指标
工业级含量（以 Bi 计）/%	80～82.5	80～82.5
碱金属与碱土金属盐/% ≤	0.6	—
硝酸盐(NO_3^-)/% ≤	0.6	—
氯化物(Cl^-)/% ≤	0.15	0.14
铜盐(Cu)/% ≤	0.005	0.005
银盐(Ag)/% ≤	0.002	—
铅盐(Pb)/% ≤	0.005	0.005
硫酸盐(SO_4^{2-})/% ≤	0.02	0.02
砷盐(As)/% ≤	0.0002	0.0002
干燥失重/% ≤	1.5	1.5

【用途】 主要用于医药，可治疗胃及十二指肠溃疡、细菌性赤痢、急性黏膜渗透性胃炎、肠炎和腹泻等，也用于制造铋盐，还可作珠光塑料的添加剂和化妆品的附着剂等。

【制法】 复分解法：将含量为99.95%以上的金属铋加热熔融，制成20目大小的铋粒，用72%硝酸溶解铋粒，再通间接蒸汽以促使反应完全，反应中生成氧化氮，用水吸收得稀硝酸，返回流程使用，所得硝酸铋溶液经冷却结晶、离心分离，用5%硝酸淋洗，加1.5倍纯水制成悬浮液，迅速加一定量已除去氯离子的碳酸钠溶液进行复分解，反应液在pH 8.5～9.0、温度50～55℃下反应40min，生成碱式碳酸铋，再经洗涤、离心分离、烘干、粉碎，制得碱式碳酸铋成品。其反应式如下：

$$Bi+6HNO_3 \longrightarrow Bi(NO_3)_3+3H_2O+3NO_2\uparrow$$

$$2Bi+8HNO_3 \longrightarrow 2Bi(NO_3)_3+4H_2O+2NO\uparrow$$

$$4Bi(NO_3)_3+6Na_2CO_3+H_2O \longrightarrow 2(BiO)_2CO_3 \cdot 1/2H_2O+12NaNO_3+4CO_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：铋盐混合物中因可能含有铅和砷，长期使用铋制剂治病，可使皮肤呈灰色。

包装及贮运：用内衬塑料袋的纤维板圆桶包装，每桶净重 25kg。出口产品符合药典规定，每桶 50kg。贮存于阴凉、干燥、清洁的库房，注意防潮和防日光曝晒；不可与有毒有害物品共贮混运。

【生产单位】 云南师范大学化工厂，金华市宝康精细化工厂，湖南制药厂，广东台山新宁制药厂。

Ad004 碳酸镉

【英文名】 cadmium carbonate

【结构式】 $CdCO_3$

【分子量】 172.42

【物化性质】 三方晶系，白色粉末。相对密度 4.258，不溶于水和有机溶剂，溶于酸、氰化钾、铵盐中；灼烧到 500℃ 时，放出二氧化碳，转变为氧化镉。有毒！阈限值（以 CdO 计）$0.1mg/m^3$。空气中稳定，在水中较长时间煮沸也不分解，310℃时，其颜色发生变化，由白色转黄色，再变为棕色。用 $\lambda=0.30\sim0.40\mu m$ 的光照射，发生紫外荧光现象。室温下与元素氢作用，瞬间还原成金属；与液体硫在 200～300℃下发生反应，生成硫化镉，并放出二氧化硫及二氧化碳。

【质量标准】 企业标准

指标名称	指标	
	浆状产品	粉状产品
碳酸镉($CdCO_3$)/% ≥	40	96
水分/% ≤	60	1
硝酸盐(NO_3^-)/% ≤	无	—
细度(140 目筛余物)/% ≤	—	0.5

【用途】 用于制造涤纶的中间体和绝缘材料、玻璃色素的助熔剂、有机反应的催化剂、塑料的增塑剂和稳定剂，以及用作生产镉盐的原料。

【制法】

（1）硝酸镉法　镉锭与硝酸反应生成硝酸镉，然后与纯碱反应生成碳酸镉，再经水洗、干燥和粉碎，制得成品碳酸镉。其反应式如下：

$$8HNO_3+3Cd\longrightarrow 3Cd(NO_3)_2+2NO+4H_2O$$

$$Cd(NO_3)_2+Na_2CO_3\longrightarrow CdCO_3+2NaNO_3$$

（2）盐酸法　将镉锭熔融，倾入水中激碎成粒，加盐酸溶解生成氯化镉，同时加入少量硝酸，在搅拌下加入氨水调 pH5～6，然后加入少量双氧水除铁，过滤后与配制好的纯碱液反应至 pH9～10，用水漂洗至中性，再经过滤，在 120℃下干燥，制得碳酸镉成品。其反应式如下：

$$Cd+2HCl\longrightarrow CdCl_2+H_2\uparrow$$

$$CdCl_2+Na_2CO_3\longrightarrow CdCO_3+2NaCl$$

【安全性】

毒性及防护：剧毒。溶解度较小的镉化合物首先作用于呼吸器官及胃肠道，吸收作用表现为中枢神经系统及周围神经系统、内脏，主要是心脏、肾、肝、骨骼肌及骨组织的损害。氧化镉粉尘的急性中毒，可见上呼吸道及呼吸道深部黏膜的刺激症状，如口中有甜味、前额部疼痛、眩晕、无力、恶心、上腹部疼；慢性中毒症状是嗅觉降低、头痛、消瘦。氧化镉粉尘的最高容许浓度为 $0.1mg/m^3$，日平均浓度为 $0.03mg/m^3$。如发生中毒，应速将中毒者移至空气新鲜处，安静、保暖，有呼吸道刺激症状时应吸入温热的 2%碳酸氢钠溶液，工作时应戴防毒口罩、防护眼镜，穿无缝工作服或连衫裤，戴橡胶手套及围裙，工作期间及工作后要漱口。

包装及贮运：双层塑料袋包装，每袋净重 20kg；或用内衬塑料袋的麻袋、木箱包装，每袋（箱）净重 50kg，包装上应有明显的“有毒品”标志；应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，放置容器时需防破损，避免受潮，勿与食品共贮混运；运输时应防日光曝晒。处置逸出的物料时须戴好防毒面具与手套，用湿砂土混合，扫起倒至垃圾箱内；对逸出的可溶性镉盐，可用水冲洗，经稀释的洗水放入废水系统。

【生产单位】 天津市鹏晟泰精细化工有限公司，天津市伊尔根精细化工有限公司，天津市东丽区东大化工厂，丹东市中和化工厂，江苏泰兴电化厂。

Ad005 活化碳酸钙

【别名】 胶体碳酸钙；白艳华

【英文名】 calcium carbonate，actitated

【结构式】 $CaCO_3$

【分子量】 100.09

【物化性质】 白色细腻、轻质粉末。因粒子表面吸附一层脂肪酸皂，故而具有胶体活化性能。相对密度 1.99～2.01，不溶于水，遇酸分解，灼烧变成焦黑色，放出二氧化碳并生成氧化钙。其活性比普通碳酸钙大，具有补强性，易分散于胶料之中。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2567—2006

指标名称	指标(工业级)	
	一等品	合格品
外观	白色粉末	白色粉末
碳酸钙($CaCO_3$)/% ≥	96.0	95.0
pH 值(100g/L 悬浮液)	8.0～10.0	8.0～11.0
105℃下挥发物/% ≤	0.40	0.60
盐酸不溶物/% ≤	0.15	0.30
筛余物 (75μm 试验筛)/% ≤	0.005	0.010
(45μm 试验筛)/% ≤	0.20	0.30
铁(Fe)/% ≤	0.08	0.08
锰(Mn)/% ≤	0.006	0.008
白度/度 ≥	92.0	90.0
吸油值/(mL/100g) ≤	60	70
活化度/% ≥	96	90

【用途】 是橡胶、塑料的填充料，可使橡胶色泽光艳、伸长率大，拉伸强度高，耐磨性能良好；还用作制人造革、电线、聚氯乙烯、涂料、油墨和造纸等工业的填料，用于生产微孔橡胶时，可使其发泡均匀。

【制法用途】 碳化法：石灰石在高温下煅烧之后，先用水消化，再经筛滤、碳化使生成碳酸钙，浆液放入熟浆池中，在搅拌下缓慢施胶。每吨施胶量为 54kg。

胶的配制：取 4.5kg36°Bé 的氢氧化钠，加入 70℃的水 40kg、调和配成溶液Ⅰ；另取硬脂酸 15kg，加水 40kg，加热溶解，在搅拌下缓缓加入溶液Ⅰ中，使生成硬脂酸钠。然后，再加 6kg 太古油，将溶液调至中性，再加水至总量为 162kg，可供 3t 成品之用。成品中含脂量达 0.5%时，借自然或通风风干，使水分含量降至 10%～15%，在 80℃下烘干，使含水分达 0.5%以下，然后过筛，制得活化碳酸钙成品。其反应式如下：

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2\uparrow$$
$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$
$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见重质碳酸钙。

包装及贮运：内衬双层聚乙烯塑料袋，外包装用聚丙烯塑料编织袋包装，每袋净重 25kg 或 40kg，包装上有“怕湿”标志。贮存于阴凉、干燥的库房中，避免与酸类物质共贮混运，注意防潮；运输时要防雨淋，装卸时要小心轻放，防止散包。

【生产单位】 广东恩平广平化工实业有限公司，常州市碳酸钙厂，广东省恩平市精细化工总厂。

Ad006 晶体碳酸钙

【英文名】 calcium carbonate，crystalline

【结构式】 $CaCO_3$

【分子量】 100.09

【物化性质】 纯白色，六方结晶形粉末。比体积 1.2～1.4mL/g。溶于酸，几乎不溶于水。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
碳酸钙($CaCO_3$)/% ≥	98
氯化物(以 NaCl 计)/% ≤	0.05

续表

指标名称	指标
硫化物/%	—
还原性硫/% ≤	0.002
铁(Fe)/% ≤	0.002
氨/% ≤	0.002
吸水量/(mg/L)	0.3～0.35
细度(320 目)/%	99.2
pH 值	9.5～10
比体积/(mg/L)	1.2～1.4

【用途】 用于牙膏、医药等方面，亦可用作保温材料和其他化工原料。

【制法】 氯化钙碳化法：氢氧化钙与盐酸反应生成氯化钙，经活性炭脱色、过滤除杂，使氯化钙在氨水存在下用二氧化碳碳化即得碳酸钙，再经结晶、分离、洗涤、脱水、烘干、筛选，制得晶体碳酸钙成品。其反应式如下：

$$Ca(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$$

$$CaCl_2 + 2NH_3 \cdot H_2O + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + 2NH_4Cl + H_2O$$

【安全性】 参见重质碳酸钙。

【生产单位】 浙江建德天石碳酸钙有限责任公司，上海雪美精细化工厂，山东张店工农化工厂；山东周村氨基酸厂。

Ad007 重质碳酸钙

【别名】 单飞粉；双飞粉；三飞粉；四飞粉

【英文名】 calcium carbonate，heavy

【结构式】 $CaCO_3$

【分子量】 100.09

【物化性质】 白色粉末，无臭、无味。相对密度 2.710，熔点 1339℃，在空气中稳定，几乎不溶于水，在含有铵盐或三氧化二铁的水中微溶解，不溶于醇。遇稀醋酸、稀盐酸、稀硝酸发生泡沸，并溶解，加热到 898.6℃开始分解为氧化钙和二氧化碳。

【质量标准】

1. 化工行业标准《造纸工业用重质碳酸钙》HG/T 3249.1—2013

指标项目	Ⅰ型 1000 目		Ⅱ型 800 目		Ⅲ型 600 目		Ⅳ型 400 目	
	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品
碳酸钙(以干基计)质量分数/% ≥	98	96	98	96	98	96	98	96
白度 ≥	95	92.5	94	92	94	91.5	93	91
比表面积/(m^2/g) ≥	2.5		2.0		1.5		1.0	
盐酸不溶物质量分数/% ≤	0.25	0.50	0.25	0.50	0.25	0.50	0.25	0.50
吸油值/(g/100g) ≤	35		33		31		29	
深色异物(尘埃)/(个/g) ≤	5							
细度 粒度/μm D_{50} ≤	4.0		4.5		—		—	
细度 粒度/μm D_{97} ≤	11.0		13.0		—		—	
细度 通过率(45μm)/% ≥	—		—		97		97	
磨耗率/(g/m^2)	供需双方协商							
铅(Pb)质量分数/% ≤	0.0010							
六价铬(Cr)质量分数/% ≤	0.0005							
汞(Hg)质量分数/% ≤	0.0002							
砷(As)质量分数/% ≤	0.0001							
镉(Cd)质量分数/% ≤	0.0002							

注：铅、六价铬、汞、砷、镉五项指标只适用于食品包装纸生产。

2. 化工行业标准《涂料工业用重质　|　碳酸钙》HG/T3249.2—2013

表1　Ⅰ类产品技术要求

指标项目	Ⅰ型 3000 目			Ⅱ型 2000 目			Ⅲ型 1500 目			Ⅳ型 1000 目			Ⅴ型 800 目	
	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	一等品	合格品
碳酸钙(以干基计)质量分数/% ≥	98.0	96.0	94.0	98.0	96.0	94.0	98.0	96.0	94.0	98.0	96.0	94.0	96.0	94.0
白度/% ≥	96	94.5	91	96	94.5	91	95	94	91	95	94	91	93	91
比表面积/(m^2/g) ≥	6.0			5.0			3.2			2.5			2.0	
粒度/μm D_{50} ≤	2.0			2.5			3.0			4.0			4.5	
粒度/μm D_{97} ≤	5.0			6.0			8.0			11.0			13.0	
吸油值/(g/100g) ≤	40			37			37			35			33	
铅(Pb)质量分数/% ≤	0.0010													
六价铬(Cr)质量分数/% ≤	0.0005													
汞(Hg)质量分数/% ≤	0.0002													
砷(As)质量分数/% ≤	0.0002													
镉(Cd)质量分数/% ≤	0.0002													

表2　Ⅱ类产品技术要求

指标项目	Ⅰ型 3000 目			Ⅱ型 2000 目			Ⅲ型 1500 目			Ⅳ型 1000 目			Ⅴ型 800 目	
	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	一等品	合格品
碳酸钙(以干基计)质量分数/% ≥	96.5	95.0	93.0	96.5	95.0	93.0	96.5	95.0	93.0	96.5	95.0	93.0	95.0	93.094
活化度质量分数/% ≥	95	93	—	95	93	—	95	93	—	95	93	—	95	93
白度/% ≥	96	94.5	91	96	94.5	91	95	94	91	95	94	91	93	91
比表面积/(m^2/g) ≥	6.0			5.0			3.2			2.5			2.0	
粒度/μm D_{50} ≤	2.0			2.5			3.0			4.0			4.5	
粒度/μm D_{97} ≤	5.0			6.0			8.0			11.0			13.0	
吸油值/(g/100g) ≤	37			35			33			33			30	
铅(Pb)质量分数/% ≤	0.0010													
六价铬质量分数/% ≤	0.0005													
汞(Hg)质量分数/% ≤	0.0002													
砷(As)质量分数/% ≤	0.0002													
镉(Cd)质量分数/% ≤	0.0002													

3. 化工行业标准《塑料工业用重质　|　碳酸钙》HG/T3249.3—2013

表 1　Ⅰ类产品技术要求

指标项目		Ⅰ型 2500 目		Ⅱ型 2000 目		Ⅲ型 1500 目		Ⅳ型 1250 目		Ⅴ型 1000 目		Ⅵ型 800 目	
		一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品
碳酸钙(以干基计)质量分数/%	≥	96.0	94.0	96.0	94.0	96.0	94.0	96.0	94.0	96.0	94.0	96.0	94.0
白度/%	≥	94	92	94	92	93	92	93	92	93	92	92	91
粒度/μm D_{50}	≤	2.0		2.5		3.0		3.5		4.0		4.5	
粒度/μm D_{97}	≤	5.5		6.0		8.0		9.0		11.0		13.0	
吸油值/(g/100g)	≤	40		37		35		35		33		30	
比表面积/(m^2/g)	≥	5.5		5.0		3.2		3.0		2.5		2.0	
105℃挥发物质量分数/%	≤	0.5											
铅(Pb)质量分数/%	≤	0.0005											
六价铬质量分数/%	≤	0.0003											
汞(Hg)质量分数/%	≤	0.0002											
砷(As)质量分数/%	≤	0.0002											
镉(Cd)质量分数/%	≤	0.0002											

表 2　Ⅱ类产品技术要求

指标项目		Ⅰ型 2500 目		Ⅱ型 2000 目		Ⅲ型 1500 目		Ⅳ型 1250 目		Ⅴ型 1000 目		Ⅵ型 800 目	
		一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品
碳酸钙(以干基计)质量分数/%	≥	95.0	93.0	95.0	93.0	95.0	93.0	95.0	93.0	95.0	93.0	95.0	93.0
白度/%	≥	94	92	94	92	93	92	93	92	93	92	92	91
粒度/μm D_{50}	≤	2.0		2.5		3.0		3.5		4.0		4.5	
粒度/μm D_{97}	≤	5.5		6.0		8.0		9.0		11.0		13.0	
吸油值/(g/100g)	≤	40		37		35		35		33		30	
比表面积/(m^2/g)	≥	5.5		5.0		3.2		3.0		2.5		2.0	
105℃挥发物质量分数/%	≤	0.5											
铅(Pb)质量分数/%	≤	0.0005											
六价铬质量分数/%	≤	0.0003											
汞(Hg)质量分数/%	≤	0.0002											
砷(As)质量分数/%	≤	0.0002											
镉(Cd)质量分数/%	≤	0.0002											

4. 化工行业标准《橡胶工业用重质碳酸钙》HG/T 3249.4—2013

指标项目		Ⅰ型 2000 目	Ⅱ型 1500 目	Ⅲ型 1000 目	Ⅳ型 800 目	Ⅴ型 600 目	Ⅵ型 400 目
碳酸钙(以干基计)/%	≥	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0
白度/%	≥	94	93.5	93.5	93	93	91

续表

指标项目		Ⅰ型 2000 目	Ⅱ型 1500 目	Ⅲ型 1000 目	Ⅳ型 800 目	Ⅴ型 600 目	Ⅵ型 400 目
粒度/μm	D_{50} ≤	2.5	3.0	3.5	4.5	—	—
	D_{97} ≤	6.0	8.0	11.0	13.0	—	—
45μm 通过率/%		—	—	—	—	97	97
吸油值/(g/100g)	≤	39	37	37	35	33	30
比表面积/(m^2/g)	≥	5.0	3.2	2.5	2.0	1.5	—
活化度/%	≥	95			90		
盐酸不溶物/%	≤	0.25			0.5		
105℃挥发物/%	≤	0.5					
铅(Pb)/%	≤	0.0010					
六价铬/%	≤	0.0005					
汞(Hg)/%	≤	0.0001					
砷(As)/%	≤	0.0002					
镉(Cd)/%	≤	0.0002					

【用途】 按粉碎细度的不同，工业上分为四种不同规格：单飞、双飞、三飞、四飞，分别用于各工业部门。单飞粉用于生产无水氯化钙，是重铬酸钠生产的辅助原料，也是玻璃及水泥生产的主要原料，此外，还用于建筑材料和家禽饲料等；双飞粉是生产无水氯化钙和玻璃等的原料，也是橡胶和涂料的白色填料，还用于建筑材料等；三飞粉可用作塑料、涂料及油漆的填料；四飞粉可用作电线绝缘层之填料、橡胶模压制品以及沥青制油毡的填料。

【制法】 粉碎法：将白石（天然石灰石）先在颚式破碎机中粗碎，使其块度达 40～60mm，再用提升机提升至雷蒙粉碎机进行粉碎，用鼓风机将已粉碎之半成品吹至旋风分级器，进行分级，粗品返回粉碎机进行再加工，合格产品经旋风分离器分离后即得产品。

【安全性】

毒性及防护：长时间吸入石灰石粉尘，常出现上呼吸道的萎缩性卡他、支气管炎，同时伴有肺气肿，粉碎工人可看到弥漫硬化型尘肺。石灰石粉尘的最高容许浓度为 6mg/m^3，美国大理石粉尘容许浓度为 10mg/m^3。工作时应注意保护呼吸器官及皮肤，穿戴口罩、手套、工作服，以防吸入粉尘。

包装及贮运：参见活化碳酸钙。

【生产单位】 英格瓷贸易（上海）有限公司，英格瓷（芜湖）有限公司，上海大宇生化有限公司，浙江长兴金石超细粉体有限公司，四川渠县化工厂，湖南耒阳市超牌重钙有限公司，宝兴县重质碳酸钙厂，福建三农碳酸钙有限责任公司。

Ad008 轻质碳酸钙

【别名】 沉淀碳酸钙

【英文名】 calcium carbonate，light；calcium carbonate，precipitated

【结构式】 $CaCO_3$

【分子量】 100.09

【物化性质】 白色粉末，无味、无臭，有无定形和结晶形两种形态，结晶形中又可分为斜方晶系及六方晶系，呈柱状或菱形，相对密度约 2.71；难溶于水和醇，溶于酸，同时放出二氧化碳，呈放热反应，也溶于氯化铵溶液。在空气中稳定，有轻微的吸潮能力。

【质量标准】

1. 化工行业标准 HG/T 2226—2010

项目		指标					
		橡胶和塑料用		涂料用		造纸用	
		优等品	一等品	优等品	一等品	优等品	一等品
碳酸钙(以干基计)质量分数/%	≥	98.0	97.0	98.0	97.0	98.0	97.0
pH值(10%悬浮液)		9.0～10.0	9.0～10.5	9.0～10.0	9.0～10.5	9.0～10.0	9.0～10.5
105℃挥发物质量分数/%	≤	0.4	0.5	0.4	0.6	1.0	
盐酸不溶物质量分数/%	≤	0.10	0.20	0.10	0.20	0.10	0.20
沉降体积/(mL/g)	≥	2.8	2.4	2.8	2.6	2.8	2.6
锰(Mn)质量分数/%	≤	0.005	0.008	0.006	0.008	0.006	0.008
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.05	0.08	0.05	0.08	0.05	0.08
细度(筛余物)质量分数/%	125μm	全通过	0.005	全通过	0.005	全通过	0.005
≤	45μm	0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	0.4
白度/度	≥	94.0	92.0	95.0	93.0	94.0	92.0
吸油值/(g/100g)	≤	80	100	—	—	—	—
黑点/(个/g)	≤	5					
铅(Pb)质量分数/%	≤	0.0010					
铬(Cr)质量分数/%	≤	0.0005					
汞(Hg)质量分数/%	≤	0.0002					
砷(As)质量分数/%	≤	0.0003					
镉(Cd)质量分数/%	≤	0.0002					

注：铅、铬、汞、砷使用在食品包装纸、儿童玩具和电子产品填料生产上时需控制这些指标。

2. 国家标准《牙膏工业用轻质碳酸钙》GB/T 23957—2009

项目		指标
碳酸钙(以干基计)质量分数/%	≥	98.5
pH值(20%悬浮液)		8.5～10.0
白度/度	≥	94.0
细度(45μm筛余物)质量分数/%	≤	0.2
105℃挥发物质量分数/%	≤	0.5
盐酸不溶物质量分数/%	≤	0.2
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.015
镁(Mg)质量分数/%	≤	0.3
氟化物(以F^-计)质量分数/%	≤	0.005
沉降体积/(mL/g)		1.7～2.1
钡(Ba)质量分数/%	≤	0.02
重金属(以Pb计)质量分数/%	≤	0.001
砷(As)质量分数/%	≤	0.0003
铅(Pb)质量分数/%	≤	0.0003
硫化物		通过试验
细菌总数/(个/g)	≤	300

续表

项目		指标
类大肠杆菌		不得检出
金黄色葡萄球菌		不得检出
霉菌及酵母菌总数/(个/g)	≤	100

3. 化工行业标准《低砷碳酸钙》HG/T 4204—2011

项目		指标
碳酸钙(以干基计)质量分数/%	≥	97.0
白度/度	≥	94.0
平均粒径/μm	≤	2.0
105℃挥发物质量分数/%	≤	2.0
盐酸不溶物质量分数/%	≤	0.2
游离碱(以CaO计)质量分数/%	≤	0.1
沉降体积/(mL/g)	≥	2.8
深色异物(尘埃)/(个/g)	≤	5
砷(As)质量分数/%	≤	0.00008
铅(Pb)质量分数/%	≤	0.0002

续表

项目		指标
镉(Cd)质量分数/%	≤	0.0001
镍(Ni)质量分数/%	≤	0.0005
六价铬质量分数/%	≤	0.0005
汞(Hg)质量分数/%	≤	0.0001

注：香烟接纸或直接与食品接触的包装纸用低砷碳酸钙对镉、铅、镍、六价铬和汞等有毒物质有要求。

4. 国家标准 GB 1898—2007（食品级）和化工行业标准 HG 2940—2000（饲料级）

指标名称		指标	
		食品级	饲料级
碳酸钙(以干基计)/%	≥	98.2	98.0
碳酸钙(以 Ca 计)/%	≥	39.2	39.2
水分/%	≤	1.0	1.0
盐酸不溶物/%	≤	0.10	0.20
碱金属及镁含量/%	≤	1.0	—
铁(Fe)/%	≤	0.04	—
重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.002	0.003
砷(As)/%	≤	0.0003	0.0002
钡(Ba)/%	≤	0.030	0.030
干燥减量	≤	2.0	—

【用途】 可用作橡胶、塑料、造纸、涂料和油墨等行业的填料。广泛用于有机合成、冶金、玻璃和石棉等生产中，也可用作工业废水的中和剂、胃与十二指肠溃疡病的制酸剂、酸中毒的解毒剂、含二氧化硫废气中的二氧化硫消除剂，乳牛饲料添加剂和油毛毡的防黏剂等。还可用作牙粉、牙膏及其他化妆品的原料。

【制法】 碳化法：将选过的石灰石破碎至50～150mm，无烟（白）煤的粒度为38～50mm。煤与石灰石以（1∶8）～（1∶11）的比例放入炉内，在900～1100℃下煅烧，使石灰石在高温下分解成生石灰及二氧化碳。用3～5倍水，在90℃下经消化溶解1.5～2.0h，得石灰乳浓度为10～18°Bé，经过滤除杂进行碳化。二氧化碳经洗涤净化后送入碳化塔，浓度为30%～40%，碳化温度60～70℃，碳化压力为0.078MPa，碳化终点控制pH值为7。碳酸钙浆料经离心脱水（含水率32%～42%）、干燥（含水率达0.3%以下），再经冷却、粉碎、过筛，制得轻质碳酸钙成品。其反应式如下：

$$CaCO_3 \longrightarrow CO_2 + CaO$$

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$

$$2Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见重质碳酸钙。

包装及贮运：参见活化碳酸钙。

【生产单位】 都江堰钙品股份有限公司，江苏吴县市碳酸钙厂，河北唐山华立碳酸钙有限公司，常州市碳酸钙厂，四川绵竹川润化工有限公司。

Ad009 超细碳酸钙

【英文名】 calcium carbonate，ultrafine

【结构式】 $CaCO_3$

【分子量】 100.09

【物化性质】 白色粉末，无臭、无味。相对密度2.45～2.50，粒径0.01～0.08μm，比表面积10～70m²/g。在空气中稳定，几乎不溶于水，不溶于醇。

【质量标准】

1. 化工行业标准 GB/T 19590—2011

指标名称		指标
碳酸钙($CaCO_3$)(干基)/%	≥	80
平均粒径(TEM/SEM)/nm	≤	100
XRD 线宽化法晶粒度/nm	≤	100
比表面积(BET)/(m^2/g)	≥	18
团聚指数	≤	协议

纳米碳酸钙用于橡胶、塑料、涂料、油墨和胶黏剂等应用的要求分别见表1、表2、表3和表4。

表 1 橡胶塑料用纳米碳酸钙推荐指标

项目		指标		
		Ⅰ型	Ⅱ型	Ⅲ型
平均粒径/nm		≤50	50～70	≤100
比表面积(BET)/(m^2/g)	≥	18	18	18
碳酸钙($CaCO_3$)(干基)/%	≥	95	95	95
镁(以 MgO 计)/%	≤	0.8	0.8	0.8
水分/%	≤	0.4	0.4	0.5
白度/度	≥	95	95	94
pH 值	≤	9.0	9.0	9.5
吸油值/(g/100g)	≤	30	30	40
表面活性剂		脂肪酸类		

表 2 密封胶、胶黏剂用纳米碳酸钙推荐指标

项目		指标	
		Ⅰ型	Ⅱ型
平均粒径/nm	≤	40～60	61～90
比表面积(BET)/(m^2/g)	≥	25	18～25
碳酸钙($CaCO_3$)(干基)/%	≥	90	90
镁(以 MgO 计)/%	≤	0.8	0.8
水分/%	≤	0.5	0.5
白度/度	≥	94(90)	92(90)
pH 值		7.5～10	7.5～10
稠度/cm		29～31	8～12
表面活性剂		脂肪酸类	
黑色密封胶白度达到括号内数值视为合格			

表 3 胶印油墨用纳米碳酸钙推荐指标

项目		指标		
		Ⅰ型	Ⅱ型	滤饼
平均粒径/nm	≥	20～60	60～90	20～90
比表面积(BET)/(m^2/g)	≥	30～36	24～30	24～36
碳酸钙($CaCO_3$)(干基)/%	≥	85	90	40～60
镁(以 MgO 计)/%	≤	0.8	0.8	0.8
水分/%	≤	0.6	1.0	40～60
pH 值	≤	8.8	9.5	—
流动度/mm		32～40	28～36	—
透明度		基本透明	微透明	—
光泽度		协议		
细度/nm	≤	15	20	15
表面活性剂		树脂酸		

注：作充淡剂可协议白度要求；滤饼碳酸钙以湿基计。

表 4 涂料用纳米碳酸钙推荐指标

项目		指标
平均粒径/nm	≤	60～90
比表面积(BET)/(m^2/g)	≥	20
碳酸钙($CaCO_3$)(干基)/%	≥	95
镁(以 MgO 计)/%	≤	0.8
水分/%	≤	0.5
pH 值	≤	9.5
吸油值/(g/100g)	≤	30～50
白度/%	≥	93
屈服值/Pa·s		100～200
表面活性剂		脂肪酸类

2. 化工行业标准《工业微细碳酸钙》HG/T 2776—2010

项目		指标			
		工业微细沉淀碳酸钙		工业微细活性沉淀碳酸钙	
		优等品	一等品	优等品	一等品
碳酸钙($CaCO_3$)/%	≥	98.0	97.0	95.0	94.0
pH 值(10%悬浮液)		8.0～10.0			
105℃挥发物/%	≤	0.4	0.6	0.3	0.5
盐酸不溶物/%	≤	0.1	0.2	0.1	0.2
铁(Fe)/%	≤	0.05	0.08	0.05	0.08
白度/%	≥	94.0	92.0	94.0	92.0
吸油值/(g/100g)	≤	100		70	
黑点/(个/g)	≤	5			
堆积密度(松密度)/(g/cm^3)		0.3～0.5			
比表面积/(m^2/g)	≥	12	6	12	6
平均粒径/μm		0.1～1.0	1.0～3.0	0.1～1.0	1.0～3.0
砷(As)/%	≤	0.0003			
铅(Pb)/%	≤	0.0010			

续表

项目	指标			
	工业微细沉淀碳酸钙		工业微细活性沉淀碳酸钙	
	优等品	一等品	优等品	一等品
镉(Cd)/% ≤	0.0002			
铬(Cr)/% ≤	0.0005			
汞(Hg)/% ≤	0.0001			
活化度/% ≥	—		96	

注：在作为食品包装纸、儿童玩具和电子产品填料时需控制砷、铅、镉、铬、汞的指标。

【用途】 用于橡胶中，可有效提高橡胶制品的抗压强力、耐磨性和抗挤压强度；用于塑料制品中，使制品表面光洁、平滑，代替部分PVC树脂用量；用于造纸，可提高涂布纸的光泽度、白度和不透明度，改善纸张的印刷适性，广泛用于消光纸、无炭复写纸、纸定量涂布纸、白卡纸等。

【制法】 间歇碳化或连续碳化法：石灰石经高温煅烧生成氧化钙和二氧化碳，将石灰加水消化得氢氧化钙，石灰乳经分级后与净化的二氧化碳反应，碳化结晶时加入结晶控制剂，以控制结晶晶形，或加入乳化剂和表面处理剂，使活性剂与刚生成的微细碳酸钙颗粒表面均匀覆盖，碳化结晶后再经离心脱水、干燥、分级、包装制得超细碳酸钙。其反应如下：

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2 \uparrow$$

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O$$

$$CaCO_3 + \text{表面处理剂} \longrightarrow \text{超细碳酸钙}$$

其中表面处理剂为可溶性脂肪酸甘油酯、钛酸盐、铝酸盐偶联剂等。

与生产普通碳酸钙所不同的是，在生产过程中要保证特定的石灰乳浓度、特定的碳化温度和碳化速率，还可在生产过程中加入特定的添加剂，如螯合剂、分散剂等，以制得不同形状、不同粒径的微细沉淀碳酸钙。

【安全性】
包装及贮运：内用双层塑料袋，外用麻袋包装，每袋净重20kg或50kg。应贮存在干燥库房中，避免与酸类物质接触，注意防潮。

【生产单位】 浙江菱化实业股份有限公司，广东恩平广平化工实业有限公司，都江堰钙品股份有限公司，广东恩平嘉维化工有限公司，常州碳酸钙有限公司，福建三农碳酸钙有限责任公司，福建万旗非金属材料有限公司，河南科力新材料股份有限公司，浙江建德市正发实业公司，建德市天石碳酸钙有限责任公司。

Ad010 碳酸钴

【英文名】 cobaltous carbonate

【结构式】 $CoCO_3$

【分子量】 118.94

【物化性质】 红色单斜晶系结晶或粉末，相对密度4.13，几乎不溶于水、醇、乙酸甲酯和氨水，可溶于酸。不与冷的浓硝酸和浓盐酸起作用，加热400℃开始分解，并放出二氧化碳，空气中或弱氧化剂存在下，逐渐氧化成碳酸高钴。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
碳酸钴($CoCO_3$)/%	≥	47.6
酸不溶物/%	≤	0.05
铁/%	≤	0.005
重金属(以Cu计)/%	≤	0.01
镍/%	≤	0.2

【用途】 在化工生产中是生产其他钴盐和氧化钴的原料，陶瓷工业用作着色剂，采矿业中用作选矿剂，有机工业用于制造催化剂、伪装涂料和化学温度指示剂，农业上用作微量元素肥料，分析化学中用作分析试剂。

【制法】 盐酸法：金属钴或含钴废料与盐酸反应生成氯化钴溶液后，再加入碳酸钠反

应，生成碳酸钴沉淀，经漂洗、离心分离、烘干，制得碳酸钴成品。其反应式如下：

$$Co + 2HCl \longrightarrow CoCl_2 + H_2\uparrow$$

$$CoCl_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow CoCO_3\downarrow + 2NaCl$$

【安全性】

毒性及防护：吸入钴化合物有时会出现支气管哮喘；研磨钴化物能引起急性皮炎，有时皮肤表面形成溃疡。金属钴和氧化钴的最高容许浓度为 0.5mg/m³。工作时应注意防尘和除尘，应戴防毒口罩，以防气溶胶损伤呼吸器官，工作时还应穿戴防尘工作服、防护手套，以保护皮肤。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋包装，每袋净重 50kg。贮存于通风、干燥的库房中，应隔热防潮，不得与酸类、液氨共贮混运。

【生产单位】 河北雄威化工股份有限公司，大连澳特钴镍制品有限公司，金昌华德林有色金属冶金有限责任公司，浙江华友钴镍材料股份有限公司，大连宇山化工有限公司。

Ad011 碱式碳酸钴

【英文名】 cobaltous carbonate，basic

【结构式】 $2CoCO_3 \cdot 3Co(OH)_2 \cdot H_2O$

【分子量】 534.74

【物化性质】 紫红色棱柱体结晶粉末，溶于稀酸和氨水中，不溶于冷水，在热水中分解。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
碳酸钴(以 CO 计)/%	≥	45
铁(Fe)/%	≤	0.025
镍(Ni)/%	≤	0.25

【用途】 用作化学试剂，是制钴盐的原料；用作瓷器色料，在温度较低时，常用钴着色；也用作电子材料、磁性材料的添加剂，制钴系催化剂时用作 pH 值调整剂。

【制法】 化学法：硫酸钴与碳酸钠反应，经水洗、分离、干燥、粉碎、过筛，制得碱式碳酸钴成品，制得纯品较困难。其反应式如下：

$$5CoSO_4 \cdot 7H_2O + 5Na_2CO_3 \longrightarrow 2CoCO_3 \cdot 3Co(OH)_2 \cdot H_2O + 5Na_2SO_4 + 3CO_2 + 2H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见碳酸钴。

包装及贮运：用内衬塑料袋的铁桶包装，每桶净重 30kg。贮存于通风、干燥的库房中，应隔热防潮。不得与酸类、液氨共贮混运。

【生产单位】 吉林磐石长城精细化工有限公司，江苏东台高新能源研究所，浙江临海市社歧精细化工厂，四川广汉泛太平洋冶金化工金属制品有限公司。

Ad012 碱式碳酸铜

【英文名】 cupric carbonate，basic

【结构式】 $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$

【分子量】 221.11

【物化性质】 孔雀绿色细小无定形粉末，相对密度 4.0，是铜表面铜绿锈的主要成分。不溶于冷水和醇，在热水中分解，溶于酸而成相应铜盐，溶于氰化物、氨水、铵盐和碱金属碳酸盐水溶液中，形成铜的络合物。在碱金属碳酸盐溶液中煮沸时，形成褐色氧化铜；对硫化氢不稳定，加热至 200℃ 分解。碱式碳酸铜有十几种产品规格，按氧化铜、二氧化碳和水的比值不同而异。工业品含氧化铜为 71.94%，可在 66.16%～78.60%范围。有毒！

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标	
		重质	轻质
外观		暗绿色粉末	浅绿色粉末
铜(Cu)/%	≥	55.7	55.9
硫(S)/%	≤	0.22	0.19
铁(Fe)/%	≤	0.09	0.11
锌(Zn)/%	≤	0.02	0.01
镍(Ni)/%	≤	0.01	0.01

续表

指标名称		指标	
		重质	轻质
铅(Pb)/%	⩽	0.005	0.005
锰(Mn)/%	⩽	0.02	0.01
氯化物(Cl^-)/%	⩽	0.002	0.001
盐酸不溶物/%	⩽		0.03
水分/%	⩽		1.60
醋酸不溶物/%	⩽		0.03
水溶液盐类/%	⩽		1.65

【用途】 用于有机催化剂、烟火制造和颜料中。在农业上用作植物黑穗病的防治剂、杀虫剂和磷毒的解毒剂，还用作种子的杀菌剂；与沥青混合可防止牲畜及野鼠啃树苗；用于饲料中作铜的添加剂，在原油贮存时作脱碱剂及生产铜化合物的原料。也可用于电镀、防腐及分析试剂。

【制法】

(1) 硫酸铜法　将小苏打配成相对密度为1.05的溶液，先加入反应器中，于50℃时，在搅拌下加入经精制的硫酸铜溶液，控制反应温度在70～80℃，反应以沉淀变为孔雀绿色为度，pH值保持在8，反应后经静置、沉降，用70～80℃水或无离子水洗涤至洗液无硫酸根为止，再经离心分离、干燥，制得碱式碳酸铜成品。其反应式如下：

$$2CuSO_4+4NaHCO_3 \longrightarrow CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2+2Na_2SO_4+3CO_2\uparrow+H_2O$$

(2) 硝酸铜法　电解铜与浓硝酸作用生成硝酸铜后，再与碳酸钠和碳酸氢钠的混合液反应生成碱式碳酸铜，沉淀经洗涤、分离脱水、干燥，制得碱式碳酸铜成品。

【安全性】

毒性及防护：粉尘与溶液能刺激眼睛和黏膜。过剩的铜有害，Cu^{2+}同酶的氢硫基反应起着决定性作用，饮用含铜44mg/L的水时，发生急性胃肠炎，内服铜盐0.2～0.5g可引起呕吐，1～2g可引起严重呕吐，有时能发生致死性中毒。慢性中毒表现为神经系统机能紊乱，肝肾功能障碍，鼻中隔溃疡和穿孔，面部皮肤、头发及眼结膜有时变成浅黄绿色或浅黑绿色。金属铜的最高容许浓度为1mg/m³，氧化铜为0.1mg/m³。铜中毒时可经口用0.1% $K_4[Fe(CN)_6]$溶液洗胃，或内服蛋白水、氧化镁盐泻剂；腹痛可皮下注射0.1%的硫酸阿托品1mL；眼部受刺激可用水冲洗。工作时应佩戴防毒口罩、防护眼镜，穿防尘工作服。

包装及贮运：内用双层塑料袋，外用塑料编织袋包装，每袋净重20kg。贮存于阴凉、通风、干燥的库房中，应注意防潮，防止包装袋破损。粉尘有毒，处置逸出物料时须戴好防毒面具与手套，用水冲洗，经稀释的洗水放入废水系统。

【生产单位】 上海贵稀金属提炼厂，上海三水化工助剂厂，上海绿源精细化工厂，江苏昆山市远洋化工有限公司，江苏省常熟市金诚化工厂，江苏泰兴冶炼厂，重庆化学试剂总厂，广州化学试剂厂，宜兴市化学试剂厂。

Ad013 碱式碳酸铅

【别名】 铅白；白铅粉

【英文名】 lead carbonate, basic

【结构式】 $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$

【分子量】 775.63

【物化性质】 白色粉末状，六方晶系。纯品含碳酸铅68.9%，工业品含碳酸铅62%～80%。通常有三种形式：$2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$，$4PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2 \cdot PbO$和$PbCO_3$。相对密度6.14。不溶于水及乙醇，可溶于醋酸、硝酸，能与高级脂肪酸形成铅皂，有良好的耐气候性，加热至220℃（4h），有9%的二氧化碳分解，其95%转变为$Pb(OH)_2 \cdot PbO$，400℃时分解为氧化铅并放出二氧化碳；与硫化氢接

触时，逐渐变黑，形成 $4PbCO_3 \cdot PbS \cdot Pb(OH)_2$；温度在 85～90℃时，化合物中含硫量由 2.07%增至 5.06%，其中碱式部分可完全变成硫化铅，碳酸盐部分只有 6.8%起变化；遇硫酸锌时，易形成 $ZnCO_3 \cdot Zn(OH)_2 \cdot 3Pb(OH)_2$；与硫酸钡相遇时，易形成 $3BaSO_4 \cdot Pb(OH)_2$。碱式碳酸铅在水中 120h 以上，对钢铁有腐蚀作用。有毒！

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
碱式碳酸铅[以 $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$计]/% ≥	98.5
水分/% ≤	1
醋酸不溶物/% ≤	0.5
吸油量/%	8～12
外观	疏松白色粉末

【用途】 制陶瓷彩釉、绘画涂料和化妆用品的原料，用作聚氯乙烯塑料稳定剂，用于制珠光塑料、珠光漆料以及户外用漆。

【制法】

（1）化学法　将醋酸铅、氧化铅、无离子水配成反应液，通以二氧化碳、去离子水进行反应，然后经沉淀、加入硝化棉浆制浆、析出结晶、离心脱水、用酒精洗涤、干燥，制得碱式碳酸铅。酒精废液经处理回收。

（2）醋酸法　将黄丹、冰醋酸与水在母液槽中混合，使混合液中氧化铅的浓度达 230～250g/L，在搅拌下使之悬浮于 90℃保温 3h，形成碱式醋酸铅，经澄清，用净化的浓二氧化碳碳化，当碱式醋酸铅中 85%氢氧化铅被碳化时，即是反应终点，再经沉淀、离心分离、用梓油和酒精等洗涤、干燥，制得碱式碳酸铅成品，分离后的母液可循环使用。

【安全性】

毒性及防护：属无机有毒品。早期症状为齿龈边缘出现铅线及尿中毒。慢性中毒有神经系统的变化，出现衰弱综合征、脑病、运动失调、血液系统改变、代谢和内分泌障碍、胃肠道的改变及心血管系统的改变。铅及铅的无机化合物的最高容许浓度为 $0.01mg/m^3$，工作日平均浓度为 $0.07mg/m^3$。中毒出现绞痛时，应皮下注射阿托品、吗啡，静脉注射硫酸镁、硫代硫酸钠、氯化钙；工作时戴口罩可阻滞 95%～97%的铅粉尘；蒸气浓度高时，可使用过滤式防毒面具，强制供给新鲜空气。工作场所严禁进食、吸烟，工作后必须洗浴，饭前班后要漱口、刷牙；洗浴之前，用 1%醋酸溶液或去污膏清洗手和其他污染部位。

包装及贮运：用双层塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重 20kg；或用内衬塑料袋的铁桶包装，每桶净重 25kg。应贮存在干燥的库房中，注意包装完整，不可与食用原料共贮混运。搬运人员应穿工作服、戴口罩和手套以防中毒。

【生产单位】 重庆新申锶盐有限公司，重庆中顺化工有限公司，广东东莞荣盛颜料有限公司，佛山鲸鲨制漆科技有限公司，上海南翔试剂有限公司，江苏苏州安利化工厂，江苏常州有机化工厂，广西全州县化工一厂，广州东方化工厂，汕头市实验工厂，徐州第二化工厂，江苏吴江市合成化工厂，上海试四赫维化工有限公司。

Ad014 碳酸锂

【英文名】 lithium carbonate

【结构式】 Li_2CO_3

【分子量】 73.89

【物化性质】 白色单斜晶系粉末。相对密度 2.11，熔点 723℃，微溶于水（0℃时 1.54g/100mL 水；100℃时 0.72g/100mL 水），不溶于醇，溶于酸。600℃以下对热稳定，618℃开始部分分解成氧化锂和二氧化碳。

【质量标准】

1. 国家标准《碳酸锂》GB/T 11075—2003

指标名称	指标		
牌号	Li_2CO_3-0	Li_2CO_3-1	Li_2CO_3-2
碳酸锂(Li_2CO_3)/% ≥	99.2	99.0	98.5
氧化钠(Na_2O)/% ≤	0.15	0.20	0.25
氧化铁(Fe_2O_3)/% ≤	0.003	0.008	0.015
氧化钙(CaO)/% ≤	0.035	0.050	0.10
氯化物(以 Cl^- 计)/% ≤	0.005	0.005	0.020
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)/% ≤	0.20	0.35	0.50
水分(H_2O)/% ≤	0.5	0.6	0.8
酸不溶物/% ≤	0.005	0.015	0.050
氧化镁(MgO)/% ≤	0.025	—	—

2. 国家标准《彩色荧光粉用碳酸锂》YS/T 638—2007

指标名称	指标	
牌号	FCLi_2CO_3-03	FCLi_2CO_3-1
碳酸锂(Li_2CO_3)/% ≥	99.9	95.0
钙(Ca)/% ≤	0.002	0.0025
铁(Fe)/% ≤	0.001	0.001
铜(Cu)/% ≤	0.0001	0.0002
铅(Pb)/% ≤	0.0001	0.0001
镍(Ni)/% ≤	0.0001	0.0001
氯(Cl)/% ≤	0.05	3.0

3. 国家标准《卤水碳酸锂》GB/T 23853—2009

项目	指标		
	优等品	一等品	合格品
碳酸锂(Li_2CO_3)(干基)/% ≥	99.2	99.0	98.5
钠(Na)/% ≤	0.1	0.15	0.20
钾(K)/% ≤	0.0030	0.0040	0.0080
铁(Fe)/% ≤	0.0015	0.0035	0.0070
钙(Ca)/% ≤	0.025	0.035	0.070
镁(Mg)/% ≤	0.015	0.035	0.050
硼(B)/% ≤	0.006	0.012	0.018

续表

项目	指标		
	优等品	一等品	合格品
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)/% ≤	0.20	0.35	0.50
氯化物(以 Cl^- 计)/% ≤	0.05	0.08	0.10
盐酸不溶物/% ≤	0.005	0.015	0.050
干燥减量/% ≤	0.5	0.6	0.8

【用途】 是制取锂化合物和金属锂的原料。可作铝冶炼的电解浴添加剂，在玻璃、陶瓷、医药和食品等工业中应用广泛，亦可用于合成橡胶、染料、半导体及军事国防工业等方面。

【制法】

(1) 卤水综合利用法　卤水经提取氯化钡后的含锂料液加入纯碱以除去料液内钙、镁离子，加入盐酸酸化，蒸发去除氯化钠，再经除铁，然后加入过量纯碱使碳酸锂沉淀，经水洗、离心分离、干燥，制得碳酸锂成品。其反应式如下：

$$2LiCl+Na_2CO_3 \longrightarrow LiCO_3+2NaCl$$

(2) 石灰烧结法　锂辉石精矿（一般含氧化锂 6%）和石灰石按 1∶(25～3) 的质量比配料，混合磨细，在 1150～1250℃下烧结生成铝酸锂和硅酸钙，经湿磨粉碎，用洗液浸出氢氧化锂，经沉降过滤，滤渣返回或洗涤除渣，浸出液经蒸发浓缩，然后加入碳酸钠生成碳酸锂，再经离心分离、干燥，制得碳酸锂成品。

【安全性】

毒性及防护：具有明显的刺激作用，首先对胃肠道、肾脏和中枢神经系统有损害；锂化物的毒性顺序为 Li<LiCl<Li_2CO_3<LiOH，内服碳酸锂可使皮肤发疹，常是皮肤和鼻黏膜溃疡形成的原因，最高容许浓度：锂的冷凝和碎裂气溶胶分别为 0.05mg/m³ 和 0.5mg/m³，工作时应穿戴橡皮手套和防护面具，注意防尘，以保护呼吸器官。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重 50kg。贮存于通风干燥处，注意防雨淋水浸，运输及装卸中应防袋破，不可与酸类物品接触。

【生产单位】 四川天齐锂业股份有限公司，重庆德鑫化工有限公司，新余市赣锋锂业有限公司，四川罗纳斯化工有限公司，重庆化学试剂总厂，新疆锂盐厂实业公司，绵阳市雁门硫铁厂，都江堰市化工厂。

Ad015 高纯碳酸锂

【英文名】 lithium carbonate，high purity

【结构式】 Li_2CO_3

【分子量】 73.89

【物化性质】 白色单斜晶系粉末。相对密度 2.11，熔点 723℃，微溶于水，不溶于醇，溶于酸。600℃以下相对稳定，618℃开始部分分解成氧化锂和二氧化碳。

【质量标准】

1．有色金属行业标准《高纯碳酸锂》YS/T 546—2008

名称		高纯碳酸锂		
牌号		Li_2CO_3-05	Li_2CO_3-45	Li_2CO_3-04
Li_2CO_3/% ≥		99.99	99.995	99.99
杂质含量/×10^{-6} ≤	Pb	0.5	0.5	1
	Cu	0.5	0.5	1
	Co	—	—	1
	Ni	—	1	1
	Fe	0.8	1	3
	Al	0.8	1.5	3
	Mn	—	1	1
	Zn	—	—	3
	Cd	—	—	5
	Cr	—	—	1
	Mg	—	5	5
	Ca	3	8	10
	Na	3	5	10
	K	—	5	10
	Si	—	10	18

注：产品粒径小于 220μm，化学成分有特殊要求时，由供需双方协商确定。

2．有色金属行业标准《电池级碳酸锂》YS/T 582—2013

Li_2CO_2 ≥	杂质含量/% ≤													
	Na	K	Ca	Mg	Si	Fe	Cu	Pb	Ni	Mn	Zn	Al	Cl^-	SO_4^{2-}
99.50	0.025	0.001	0.005	0.01	0.005	0.002	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.005	0.005	0.08

注：1. 除化学成分满足上述表格指标外，产品中的水分含量≤0.40%。
2. 产品的平均粒径≤6μm；2μm≤d_{50}≤4μm；9μm≤d_{90}≤12μm。
3. 电池级碳酸锂呈白色粉末状，目视无可见夹杂物。

【用途】 用于制取声学级单晶、光学级单晶，也是制取高纯锂化合物和金属锂的原料。

【制法】 沉淀法：以精制一水氢氧化锂为原料，加入盛有无离子水的反应器中，在搅拌下缓慢加入碳酸钠进行反应生成碳酸锂沉淀，用无离子水漂洗，再经离心分离、干燥得高纯碳酸锂。其反应如下：

$$2LiOH + Na_2CO_3 \longrightarrow Li_2CO_3 + 2NaOH$$

【安全性】

毒性及防护：参见碳酸锂。

包装及贮运：用具有内外盖的聚乙烯塑料瓶外套塑料袋包装，每瓶净重 1kg，每箱净重不超过 10kg。应存放在阴凉、通风、干燥和无腐蚀性气氛的库房内，不得与无机酸共贮混运，运输过程中应注意防潮和防止接触酸性气氛，装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

【生产单位】 四川天齐锂业股份有限公司，新余市赣锋锂业有限公司，新疆锂盐厂实业公司。

Ad016 碱式碳酸镍

【英文名】 nickel carbonate，basic

【结构式】 $NiCO_3 \cdot 3Ni(OH)_2 \cdot 4H_2O$

【分子量】 464.85

【物化性质】 淡绿色粉末。相对密度2.6，不溶于水，可溶于氨水和稀酸，加热至300℃以上时分解成氧化镍和二氧化碳。

【质量标准】 企业标准 沪Q/HG 12551—84

指标名称		指标
镍(Ni)/%	≥	40
盐酸不溶物/%	≤	0.02
重金属(以Cu计)/%	≤	0.01
氯化物(以Cl^-计)/%	≤	0.01
硫酸盐(以SO_4^{2-}计)/%	≤	0.05
铁(Fe)/%	≤	0.002
钴(Co)/%	≤	0.3
锌(Zn)/%	≤	0.05
硫化铵不沉淀物/%	≤	0.7

【用途】 用于特殊镀镍，也用于生产镍盐。

【制法】 碳酸钠法：按硫酸与硝酸比例为3∶1，在硫酸中分次加入硝酸配成混酸，然后加入金属镍，与硝酸反应生成硝酸镍，再与硫酸反应生成硫酸镍溶液，再加入纯碱反应生成碱式碳酸镍，经过滤、浓缩、冷却结晶、离心分离，制得碱式碳酸镍成品。其反应式如下：

$$3Ni+8HNO_3 \longrightarrow 3Ni(NO_3)_2+4H_2O+2NO\uparrow$$

$$Ni(NO_3)_2+H_2SO_4 \longrightarrow NiSO_4+H_2O+2NO_2\uparrow+0.5O_2\uparrow$$

$$4NiSO_4+4Na_2CO_3+7H_2O \longrightarrow NiCO_3 \cdot 3Ni(OH)_2 \cdot 4H_2O+4Na_2SO_4+3CO_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：镍对许多酶有活化作用或抑制作用，对造血过程以及碳水化合物的代谢有影响，镍有致癌作用，可损伤人的皮肤，慢性中毒有头疼、眩晕、易激动、食欲不振、上腹部疼痛、呼吸困难等症状。职业病有鼻癌、副鼻窦癌、肺癌。

最高容许浓度：二价和三价镍的氧化物、硫化物以镍计为$0.5mg/m^3$，水气溶胶式镍盐为$0.0005mg/m^3$。工作时应使用防毒口罩或防毒面具，最大限度地防止皮肤直接接触镍化合物，手上应涂以10%二乙基硫代氨基甲酸酯或丁二酮肟、EDTA油膏。生产人员每年应定期进行肿瘤普查。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋或木桶，每袋（桶）净重25kg或50kg。贮存在阴凉、干燥处。包装应密封、防潮。运输时要防雨淋和日光曝晒。

【生产单位】 吉林磐石长城精细化工有限公司，河北雄威化工股份有限公司，上海勤工无机盐有限公司，浙江林海市社岐精细化工厂。

Ad017 碳酸氢钾

【别名】 重碳酸钾

【英文名】 potassium bicarbonate

【结构式】 $KHCO_3$

【分子量】 100.12

【物化性质】 无色透明单斜晶系结晶或白色结晶。相对密度2.17，在空气中稳定，可溶于水，因水解而呈弱碱性，碳酸氢钾的水溶液不能与镁盐沉淀出碱式盐。难溶于酒精。在100℃时开始分解为碳酸钾、水和二氧化碳，200℃时完全失去水和二氧化碳，形成碳酸钾。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2828—2010

项目		指标		
		优等品	一等品	合格品
总碱量(以$KHCO_3$计,干基)(质量分数)/%	≥	99.0	98.0	96.0
水不溶物含量(以干基计)(质量分数)/%	≤	0.01	0.05	0.10

续表

项目		指标		
		优等品	一等品	合格品
氯化物(以 KCl 计,干基)含量(质量分数)/%	≤	0.02	0.05	0.20
硫酸盐(以 K_2SO_4计,干基)含量(质量分数)/%	≤	0.02	0.04	0.15
氧化铁(以 Fe_2O_3计,干基)含量(质量分数)/%	≤	0.001	0.003	0.010
钾(K)含量(以干基计)(质量分数)/%	≥	38.0	37.5	37.0
pH 值(100g/L 溶液)(以干基计)	≤	8.6	8.6	8.6

注：水分指标由供需双方协商解决。

【用途】 是生产碳酸钾、醋酸钾、亚砷酸钾的原料。可作石油和化学品的灭火剂，也可用于医药、焙粉。

【制法】

(1) 碳化法　原料碳酸钾可用三级品，也可以土碱为原料，其中含碳酸钾40%～60%、硫酸钾10%～15%、氯化钾35%，投料前需经煅烧除去有机物，借溶解度的不同除去硫酸钾及氯化钾，加石灰乳或碳酸镁经压滤可除去硅、铝、磷等杂质，滤液经蒸发，配制碳酸钾溶液，使总碱浓度为750～800g/L（以碳酸钾计），进碳化塔。在温度50℃以上、反应压力0.4MPa下，通二氧化碳（浓度30%以上），进行碳化，碳酸氢钾随浓度升高而不断析出。碳化5～6h后，母液经结晶分离、洗涤、离心分离，于80℃下干燥，制得碳酸氢钾成品。其反应式如下：

$$K_2CO_3+CO_2+H_2O \longrightarrow 2KHCO_3$$

(2) 离子交换法　氯化钾溶液经除钙、镁逆流通入离子交换柱，使钠型树脂（RNa）变成钾型（RK），用软水洗去氯离子后，将碳酸氢铵溶液顺流通过树脂交换柱，得到碳酸氢钾和碳酸氢铵的混合稀溶液，经蒸发分解使大部分分解为碳酸钾，溶液送碳化塔进行碳化生成碳酸氢钾，再经结晶、分离、洗涤、干燥，制得碳酸氢钾成品。其反应式如下：

$$RNa+KCl \longrightarrow RK+NaCl$$

$$RK+NH_4HCO_3 \longrightarrow RNH_4+KHCO_3$$

$$2KHCO_3 \longrightarrow K_2CO_3+CO_2\uparrow+H_2O$$

$$K_2CO_3+CO_2+H_2O \longrightarrow 2KHCO_3$$

【安全性】 内层用双层聚乙烯塑料袋，再套纸袋包装，外用塑料编织袋包装，每袋净重25kg或50kg。贮存在通风、干燥的仓库中，不宜在货棚或露天存放，应注意防潮。运输过程中应防雨淋，保证干燥，防止包装损坏和污染，不可与酸类物品共贮混运。失火时，可用水浇救，用砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 河北眺山化工厂，文通钾盐集团有限公司，山东鲁南化肥厂，建德市大洋化工有限公司。

Ad018 碳酸钾

【别名】 钾碱

【英文名】 potassium carbonate

【结构式】 K_2CO_3

【分子量】 138.21

【物化性质】 单斜晶系，白色粉末状或细颗粒状结晶。相对密度2.428，熔点891℃，易溶于水，其水溶液呈碱性，不溶于乙醇和醚。有很强的吸湿性，易结块，长期与空气接触，易吸收二氧化碳而成碳酸氢钾，其水合物有一水盐、二水盐、三水盐三种。与氯气作用生成氯化钾，与二氧化硫作用而成焦硫酸钾，600℃时与硫酸钡反应5min，有22.5%的硫酸钾形成。如

果用硫酸铅代替硫酸钡，有40.9%的硫酸钾形成。

【质量标准】

1. 国家标准GB/T 1587—2000

指标名称	指标			
	优等品	一等品	合格品	Ⅱ型
碳酸钾(K_2CO_3)含量/% ≥	99.0	98.5	96.0	99.0
氯化物(以KCl计)含量/% ≤	0.01	0.10	0.20	0.30
硫化合物(以K_2SO_4计)含量/% ≤	0.01	0.10	0.15	0.04
铁(Fe)含量/% ≤	0.001	0.003	0.010	0.001
水不溶物含量/% ≤	0.02	0.05	0.10	0.04
灼烧失重/% ≤	0.60	1.00	1.00	0.80

注：灼烧失量指标仅适用于产品包装时检验用；Ⅰ型为一般工业用，分三个级别，即优等品、一等品和合格品；Ⅱ型主要用于制造显像管玻壳。

2. 化工行业标准《工业重质碳酸钾》HG/T 2522—2009

项目		指标		
		优等品	一等品	合格品
碳酸钾(K_2CO_3)(灼烧后)(质量分数)/%	≥	99.0	99.0	98.5
氯化物(以KCl计)含量(质量分数)/%	≤	0.01	0.03	0.20
硫化合物(以K_2SO_4计)(质量分数)/%	≤	0.01	0.04	0.15
铁(Fe)(质量分数)/%	≤	0.001	0.002	0.004
水不溶物(质量分数)/%	≤	0.02	0.03	0.05
灼烧减量(质量分数)/%	≤	0.60	0.80	1.00
粒度(1.40mm筛余物)(质量分数)/%	≤	1.0	1.0	1.0
0.18mm筛余物(质量分数)/%	≤	90.0	85.0	85.0
堆积密度/(g/mL)	≥	1.3	1.3	1.3

注：灼烧减量指标仅适用于产品包装时检验用。

【用途】 用于生产光学玻璃，可提高玻璃透明度、强度和折射率，也用于生产电焊条，可防止焊接时的断弧现象；用于生产还原染料及其印染及冰染的拔白，用作清除硫化氢及二氧化碳的吸附剂，与纯碱相混合可作干粉灭火剂，也可用作丙酮、酒精生产的辅助原料和橡胶生产中的防老剂。水溶液可用于棉布的煮炼、羊毛的脱脂。此外，还用于油墨、照相药品、聚酯、炸药、电镀、制革、陶瓷、建材、水晶、钾肥皂及医药的生产。重质碳酸钾主要用作显像管玻壳原料，广泛用于玻璃和特殊玻璃原料，用于大化肥脱碳。

【制法】

(1) 离子交换法 将氯化钾配成250g/L的溶液，加入少量碳酸钾以除去钙、镁离子。碳酸氢铵也用水配成200g/L溶液。将氯化钾溶液逆流通入离子交换柱，使钠型树脂（RNa）变成钾型(RK)，用软水洗掉树脂间隙中残留的氯离子，洗净后，将碳酸氢铵溶液顺流通过树脂交换柱，使树脂变为铵型RNH_4，得到碳酸氢钾和碳酸氢铵的混合稀溶液，经一次蒸发，使碳酸氢铵分解，再经二次蒸发使碳酸氢钾大部分分解为碳酸钾，冷却析出的氯化钾结晶过滤除去，然后三次蒸发至54°Bé过滤除去钾钠复盐。溶液经碳化，使碳酸钾成为碳酸氢钾，再经结晶、

分离、水洗、煅烧，制得成品。其反应式如下：

$$RNa+KCl \longrightarrow RK+NaCl$$

$$RK+NH_4HCO_3 \longrightarrow RNH_4+KHCO_3$$

$$2KHCO_3 \longrightarrow K_2CO_3+CO_2\uparrow+H_2O$$

（2）电解法　将氯化钾溶解，浓度达270～300g/L，加适量碳酸钾及氢氧化钾除去其中的钙、镁离子，溶液澄清后，用盐酸调至pH8～10，在槽电压为2.8～3.5V、槽温60～70℃下电解得浓度为10%～15%的氢氧化钾溶液，蒸发浓缩至氢氧化钾浓度为50%时，冷却至30～35℃，析出的氯化钾回收再用。浓碱液稀释至44%左右，进行预碳化，当氢氧化钾达30g/L以下时，过滤除去氢氧化镁沉淀，再经浓缩除钠后，进行碳化，得粗碳酸钾，继续碳化得碳酸氢钾结晶，结晶经水洗、离心分离、煅烧，制得精制碳酸钾成品。其反应式如下：

$$2KCl+2H_2O \xrightarrow{\text{电解}} 2KOH+Cl_2\uparrow+H_2\uparrow$$

$$2KOH+CO_2 \longrightarrow K_2CO_3+H_2O$$

$$K_2CO_3+CO_2+H_2O \longrightarrow 2KHCO_3$$

$$2KHCO_3 \longrightarrow K_2CO_3+CO_2\uparrow+H_2O$$

【安全性】 内层用聚乙烯塑料袋包装，外用塑料编织袋包装，每袋净重50kg或25kg。贮存于通风干燥的库房内，不宜在货棚或露天贮存，应注意防潮。运输装卸时，应防雨淋，保证干燥，包装不受损害和污染，不可与酸类共贮混运。失火时，可用水浇救、砂土和灭火器扑救。

【生产单位】 河北省眺山化工厂，文通钾盐集团有限公司，山东兖矿鲁南化肥厂，建德市大洋化工有限公司，河北辛集化工集团有限责任公司，湖南华容县氮肥厂无机化工厂，成都化工股份有限公司。

Ad019 照相级无水碳酸钾

【英文名】 potassium carbonate, photographic grade

【结构式】 K_2CO_3

【分子量】 138.21

【物化性质】 白色粉末或颗粒，相对密度2.428，熔点891℃，易溶于水，不溶于乙醇和醚。有很强的吸湿性，易结块，长期与空气接触易吸收二氧化碳而成碳酸氢钾。

【质量标准】 国家标准GB/T 22403—2008

指标名称		指标
碳酸钾(K_2CO_3)/%	≥	97.0
水溶液外观		合格
钙、镁(以Mg计)/%	≤	0.015
挥发分(150℃)/%	≤	2.0
游离碱(以KOH计)/%	≤	1.0
卤化物(以KCl计)/%	≤	0.1
碳酸氢盐(以$KHCO_3$计)/%	≤	0.4
重金属(以Pb计)/%	≤	0.001
铁(Fe)/%	≤	0.001
硝酸银氨溶液反应		合格

【用途】 用于已曝光的感光材料的冲洗加工。

【制法】 重结晶法：将工业级碳酸钾溶于蒸馏水中，进行溶液提纯，过滤除去杂质，滤液经蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离、干燥，制得无水碳酸钾成品。

【安全性】 内包装第一层为聚乙烯袋密封，第二、三层为防潮纸或牛皮纸，外包装用编织袋包装，净重50kg。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，不得露天堆放，不可与无机酸共贮混运；在运输过程中，注意防雨淋和烈日曝晒，装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、干砂土、各种灭火器扑救。

【生产单位】 河北省眺山化工厂，成都化工股份有限公司，建德市大洋化工有限公司，江苏常熟市旋力精细化工厂。

Ad020 碳酸氢钠

【别名】 小苏打；重碳酸钠；焙碱

【英文名】 sodium bicarbonate

【结构式】 $NaHCO_3$

【分子量】 84.01

【物化性质】 白色粉末或不透明单斜晶系细微结晶。相对密度 2.159，无臭，味咸，可溶于水，微溶于乙醇，其水溶液因水解而呈微碱性。受热易分解放出二氧化碳，100℃时变成倍半碳酸钠（$Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$），在 270～300℃下加热 2h，完全失去二氧化碳而成碳酸钠。在干燥空气中无变化，在潮湿空气中缓慢分解。

【质量标准】

1. 国家标准《工业碳酸氢钠》GB/T 1606—2008

指标名称		指标		
		Ⅰ类	Ⅱ类	Ⅲ类
总碱量(以 $NaHCO_3$ 计)(质量分数)/%		99.5	99.0	98.5
干燥减量(质量分数)/%	≤	0.10	0.15	0.20
pH 值(10g/L 水溶液)	≤	8.3	8.5	8.7
氯化物(以 Cl^- 计)(质量分数)/%	≤	0.10	0.20	0.50
铁(Fe)(质量分数)/%	≤	0.001	0.002	0.005
水不溶物(质量分数)/%	≤	0.01	0.02	0.05
钙(Ca)(质量分数)/%	≤	0.03	0.03	0.05
砷(以 As 计)(质量分数)/%	≤	0.0001	0.0001	0.0001
重金属(以 Pb 计)(质量分数)/%	≤	0.0005	0.0005	0.0005
硫酸盐(以 SO_4^{2-})(质量分数)/%	≤	0.02	0.05	0.50

2. 国家标准《食品添加剂碳酸氢钠》GB 1887—2007

指标项目		指标
总碱量(以 $NaHCO_3$ 计)质量分数/%		99.0～100.5
干燥减量质量分数/%	≤	0.20
pH 值(10g/L 水溶液)	≤	8.5
砷(以 As 计)质量分数/%	≤	0.0001
重金属(以 Pb 计)质量分数/%	≤	0.0005
铵盐含量		通过试验
澄清度		通过试验
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/%	≤	0.40
白度/%	≥	85

【用途】 用作食品工业的发酵剂、汽水和冷饮中二氧化碳的发生剂、黄油的保存剂。可直接用作制药工业的原料，还可用于电影制片、鞣革、选矿、冶炼、金属热处理、纤维、橡胶及农业浸种等，同时还用作羊毛的洗涤剂、泡沫灭火剂、浴用剂等。

【制法】

（1）气液相法 将纯碱溶解（或碱厂回收液）过滤除去杂质后，浓度保持在 23～24°Bé；石灰窑发生的二氧化碳浓度保持在 20%～25%，经洗涤净化处理，与热碱液进行碳化，塔压保持在 0.2～0.25MPa，待物料浓度达 13°Bé 时，反应终了；经冷却、结晶、过滤得小苏打结晶，再经气流干燥即得碳酸氢钠成品。其反应式如下：

$$Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow 2NaHCO_3$$

（2）天然碱法 以天然碱为原料，由于杂质含量较高，因而碱液配制时，需严格控制化碱温度、浓度及母液循环次数，母液中总盐量应大于 240g/L。化碱后碱液浓度为碳酸钠＞150g/L、氯化钠＜50g/L、硫酸钠＜90g/L，所得碱液经过滤除渣，然后与二氧化碳碳化生成碳酸氢钠结晶，经洗涤脱水，洗液可返回化碱或排放，结晶经干燥，制得碳酸氢钠成品。其反应式如下：

$$Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow 2NaHCO_3$$

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋的麻袋或塑料编织袋包装，每袋净重 25kg 或

50kg。贮存于通风、干燥的库房内。运输过程中应防止袋破散包，食用小苏打不得与有毒物品共贮混运，以防污染。应注意防潮，要与酸类商品隔离贮放，运输时要防雨淋和日光曝晒。失火时，可用水、各种灭火器扑救。

【生产单位】 内蒙古鄂托克化学工业有限责任公司，内蒙古远兴天然碱股份有限责任公司，青岛碱业股份有限公司，自贡鸿鹤化工股份有限公司，天津渤海化工集团天津碱厂，大化集团有限责任公司，北京凌云建材化工有限公司。

Ad021 一水碳酸钠

【别名】 碳氧

【英文名】 sodium carbonate monohydrate

【结构式】 $Na_2CO_3 \cdot H_2O$

【分子量】 124.00

【物化性质】 无色斜方形结晶细粒或白色粉末状结晶，相对密度 2.25，为碱性无机盐。溶于水，不溶于乙醇、乙醚，在空气中较无水碳酸钠稳定，长期暴露于空气中易吸收空气中的二氧化碳，逐渐变成倍半碳酸钠（$Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$），加热到约100℃时失去水，变为无水碳酸钠。

【质量标准】

1. 国家标准 GB/T 22404—2008

指标名称		指标(照相级)
一水碳酸钠($Na_2CO_3 \cdot H_2O$)/%	≥	98.5
碳酸氢盐(以 $NaHCO_3$计)/%	≤	0.6
游离碱(以 NaOH 计)/%	≤	0.17
卤化物(以 NaCl 计)/%	≤	0.3
铁(Fe)/%	≤	0.002
重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.001
水溶液外观		合格
硝酸银氨溶液反应		合格

2. GB 210.1—2004 工业碳酸钠

指标项目			Ⅰ类	Ⅱ类		
			优等品	优等品	一等品	合格品
总碱量(干基 Na_2CO_3)(质量分数)/%		≥	99.4	99.2	98.8	98.0
总碱量(湿基 Na_2CO_3)(质量分数)/%		≥	98.1	97.9	97.5	96.7
氯化钠(以 NaCl 计)(质量分数)/%		≤	0.30	0.70	0.90	1.20
铁(Fe)(质量分数)/%		≤	0.003	0.0035	0.006	0.010
硫酸盐(以 SO_4^{2-})(质量分数)/%		≤	0.03	0.03	—	—
水不溶物(质量分数)/%		≤	0.02	0.03	0.10	0.15
堆积密度/(g/mL)		≥	0.85	0.90	0.90	0.90
粒度(筛余物)	180μm	≥	75.0	70.0	65.0	60.0
	1.18mm		2.0	—	—	—

注：1. 湿基总碱量为包装时含量，交货时产品中总碱量乘以交货产品的质量再除以交货清单上产品的质量之值不得低于此数值。

2. Ⅱ类优等品的硫酸盐指标为氨碱产品控制指标。

3. 堆积密度为重质碳酸钠控制指标。

【用途】 主要用于照相和电影胶片显影液，还用作碗碟食具的洗涤剂。

【制法】 重结晶法：将工业碳酸钠制成饱和溶液，除去杂质，于 100℃下蒸发结晶，再经离心脱水、筛析，制得一水碳酸钠成品。其反应式如下：

$$Na_2CO_3 + H_2O \longrightarrow Na_2CO_3 \cdot H_2O$$

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重 40kg。应贮存于阴凉、干燥的库房中；运输中严禁勾扎，防止袋破散包，不可与酸类、铵盐共贮混运。避免受潮、受热，运输时要防雨淋和

日光曝晒。

【生产单位】 大化集团有限责任公司，天津渤海化工集团天津碱厂，北京大屯化工厂，广州摄影化学材料厂。

Ad022 倍半碳酸钠

【英文名】 sodium sesguicarbonate

【结构式】 $Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$

【分子量】 226.05

【物化性质】 单斜针状结晶，白色粉末，相对密度 2.112。加热至熔点分解，溶于水，贮存时亦不结块。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
倍半碳酸钠含量/% ≥	98

【用途】 作为洗涤剂用于羊毛漂洗、浴盐和医药用，鞣革中的碱剂。

【制法】

(1) 碳酸钠合成法　将粗碳酸钠和碳酸氢钠经蒸汽溶解，沉降除杂后清液，通二氧化碳反应到一定浓度后，再经蒸馏、冷却、结晶即得倍半碳酸钠，其反应式如下：

$$Na_2CO_3+NaHCO_3+2H_2O \longrightarrow Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$$

(2) 天然碱法　以天然碱为原料经蒸汽溶解，澄清除杂，清液含碳酸钠、碳酸氢钠及硫酸钠等组分，经窑气碳化使部分 Na_2CO_3 重碳酸化为 $NaHCO_3$，在 60℃蒸发析出生成相应的复合物，分离制得倍半碳酸钠成品。母液再蒸发即可析出芒硝碱。其反应式如下：

$$3Na_2CO_3+5H_2O+CO_2 \longrightarrow 2Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$$

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋的麻袋或塑料编织袋包装，每袋净重 25kg 或 50kg。贮存于通风、干燥的库房内，运输过程中应防止袋破散包；应注意防潮，要与酸类商品隔离贮放，运输时要防雨淋和日光曝晒。失火时，可用水、各种灭火器扑救。

【生产单位】 天津渤海化工集团天津碱厂，青岛碱业股份有限公司，沁阳市凌云化工公司。

Ad023 碳酸锶

【英文名】 strontium carbonate

【结构式】 $SrCO_3$

【分子量】 147.63

【物化性质】 无色斜方晶系，或白色细微粉末。相对密度 3.70，熔点 1497℃（CO_2 气氛下），加热到 1340℃分解并放出二氧化碳。难溶于水，微溶于氨水、碳酸铵，不溶于醇，易溶于氯化铵、硝酸铵中。与氯化铵相煮沸，转变为氯化锶，与酸反应放出二氧化碳，在含二氧化碳的水中溶解而成碳酸氢锶，悬浮于水中遇硫化氢时，生成硫黄。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2969—2010

项目	指标	
	Ⅰ型	Ⅱ型
锶钡含量($SrCO_3$ + $BaCO_3$)质量分数/% ≥	98.0	—
碳酸锶($SrCO_3$)质量分数/% ≥	—	96.0
碳酸钙($CaCO_3$)质量分数/% ≤	0.5	0.5
碳酸钡($BaCO_3$)质量分数/% ≤	2.0	2.5
钠(以 Na_2O 计)质量分数/% ≤	0.3	—
铁(以 Fe_2O_3 计)质量分数/% ≤	0.01	0.01
氯(Cl)质量分数/% ≤	0.12	—
总硫(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/% ≤	0.35	0.45
水分质量分数/% ≤	0.3	0.5
氧化铬(Cr_2O_3)质量分数/% ≤	0.0005	—
粒度	协商	

【用途】 是生产锶盐的基本原料。用碳酸锶制取的玻璃，吸收 X 射线能力较强，多用于彩色电视之阴极射线管的生产；也用于电磁铁、锶铁氧体，可制成小型电机、磁选机和扬声器；作为钯的载体，可作加氢之用。此外，还用于烟火的生产、荧光玻璃、信号弹、

造纸、医药、分析试剂，以及糖的精制、金属锌电解液精制、锶盐颜料制造等。

【制法】

（1）复分解法　将天青石粉碎后与纯碱溶液反应 2h，反应温度 100℃。碳酸钠起始浓度 20%，碳酸钠加入量为理论量的 110%，矿粉粒度 80 目，在此条件下，分解率可达 97%以上，经过滤，滤液中硫酸钠浓度可达 24%。粗制碳酸锶用水打浆，加盐酸调料浆至 pH3，在温度 90～100℃下经 2～3h，加入除钡剂除钡，再用氨水调浆液至 pH6.8～7.2 除杂，过滤后滤液用碳酸氢铵或碳酸铵溶液沉淀出碳酸锶，再过滤除去氯化铵溶液，滤饼经干燥，制得碳酸锶成品。其反应式如下：

$$SrSO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow SrCO_3 + Na_2SO_4$$

$$SrCO_3 + 2HCl \longrightarrow SrCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$$

$$SrCl_2 + NH_4HCO_3 \longrightarrow SrCO_3 + NH_4Cl + HCl$$

（2）煤还原法　天青石和煤粉经粉碎，以通过 20 目的作为原料，矿煤比为（1∶0.6）～（1∶0.7），在温度 1100～1200℃下还原焙烧，经 0.5～1.0h，焙烧物经两次浸取，一次水洗，浸取温度 90℃，每次浸 3h，总浸出率可达 82%以上，浸液经过滤，滤渣经盐酸溶浸后进一步回收锶，滤液中加芒硝溶液除钡，再加入碳酸氢铵或碳酸钠溶液进行反应生成碳酸锶沉淀（或直接用二氧化碳碳化），再经分离、干燥、球磨粉碎，制得碳酸锶成品。其反应式如下：

$$SrSO_4 + 2C \longrightarrow SrS + 2CO_2$$

$$2SrS + 2H_2O \longrightarrow Sr(OH)_2 + Sr(HS)_2$$

$$Sr(OH)_2 + Sr(HS)_2 + 2NH_4HCO_3 \longrightarrow 2SrCO_3 + 2NH_4HS + 2H_2O$$

此外，还有菱锶矿热解法和综合利用法等。

【安全性】

毒性及防护：吸入锶化合物粉尘，能引起两肺中等度弥漫性间质改变。最高容许浓度为 $6mg/m^3$。工作时应戴口罩以保护呼吸器官，如同时有氨和无机酸排入空气时，宜用 B 型过滤防毒面具，以防止吸入锶化合物的粉尘。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋或乳胶袋包装，每袋净重 25kg 或 50kg。贮存于阴凉、通风、干燥处，应防止雨淋受潮结块，防止受重压，装卸时应轻拿轻放，防止包装破裂；运输时要防雨淋、受潮。

【生产单位】　青岛红星化工集团有限责任公司，河北辛集化工集团有限责任公司，南京红焰锶业有限公司，重庆仙锋锶盐化工有限公司，重庆大足红蝶锶业有限公司，江苏溧水县化工厂，四川省蓬莱盐厂。

Ad024 碱式碳酸锌

【英文名】　zinc carbonate basic

【结构式】　$ZnCO_3 \cdot 2Zn(OH)_2 \cdot H_2O$

【分子量】　342.19

【物化性质】　白色细微无定形粉末。无臭、无味，相对密度 4.42～4.45，不溶于水和醇，微溶于氨，能溶于稀酸和氢氧化钠中，与 30%双氧水作用，释出二氧化碳，形成过氧化物。

【质量标准】　化工行业标准 HG/T 2523—2007

指标名称		指标		
		优等品	一等品	合格品
主含量(以 Zn 计,干基)(质量分数)/%	≥	57.5	57.0	56.5
灼烧失重/%		25.0～28.0	25.0～30.0	25.0～32.0
铅(Pb)/%	≤	0.03	0.05	0.05
水分/%	≤	2.5	3.5	5.0
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)(质量分数)/%	≤	0.60	0.80	—

续表

指标名称		指标		
		优等品	一等品	合格品
细度(通过 75μm 筛网)(质量分数)/%	⩾	95.0	94.0	93.0
镉(Cd)/%	⩽	0.02	0.05	—

注：用户如对细度指标有特殊要求时，可与生产厂协商解决。

【用途】 用作轻型收敛剂和乳胶制品原料，用于配制炉甘石洗剂，用作皮肤保护剂，还可用于生产人造丝和催化脱硫剂。

【制法】 复分解法：将含锌或氧化锌原料与硫酸作用，得粗硫酸锌溶液。由于原料中含有重金属及其他杂质，在 pH5.2、温度 80℃、浓度达 38°Bé 时，用高锰酸钾进行氧化，除去铁、锰等杂质；然后加入锌粉，在温度 75～90℃、浓度 35～30°Bé 下，搅拌 45min，以除去镍、铜、镉等杂质。溶液用高锰酸钾进行二次氧化，以除去少量的锰及铁，经精制的硫酸锌溶液，与纯碱液作用生成碱式碳酸锌，控制反应温度 46℃、pH6.8、游离碱 0.4%～0.5%，复分解所得浆状物料，经压滤，滤饼在 100℃ 下干燥，至水分含量在 2.5%以下，再经细磨、过筛，制得碱式碳酸锌成品。其反应式如下：

$$ZnO + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2O$$

$$3ZnSO_4 + 3Na_2CO_3 + 3H_2O \longrightarrow ZnCO_3 \cdot 2Zn(OH)_2 \cdot H_2O + 2CO_2\uparrow + 3Na_2SO_4$$

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重 25kg。贮存于阴凉、通风、干燥的库房中，不可与酸碱类物品共贮混运。注意防潮，运输过程中要防雨淋、受潮，防日晒、受热。失火时可用水浇救或用砂土、灭火器扑救。

【生产单位】 柳州锌品股份有限公司，上海京华化工厂，洛阳蓝天化工有限公司，江苏邗江化工厂，连云港市海滨化工厂。

Ae 氯化物及氯酸盐

氯化物及氯酸盐是无机盐的重要系列产品，随着国民经济的发展，其产品品种相应增加，应用范围也不断开拓，在工业、农业、国防工业和人民日常生活各个方面均起到重要作用。

氯化物的生产方法一般都是用氯气或盐酸与相应的金属或其化合物反应制得。电解法制烧碱同时获得氯气和氢气，再合成为盐酸。

氯酸盐的母体产品是氯酸钠，生产成本较低的氯酸钠对促进氯酸盐的生产尤为重要。目前工业上生产氯酸钠的主要方法是电解法，以往都是将精制盐水加入电解槽，以石墨为阳极、铁条为阴极进行电解，由于电流效率低，制造氯酸钠需电解用电约 6300kW·h/t。国外从 20 世纪 70 年代开发成功用钛板涂钌为阳极进行电解，使电流效率提高，生产成本下降。天津化工研究院于 20 世纪 80 年代末开发成功用微机控制的高效节能的“外循环式复（单）极氯酸盐电解槽”生产氯酸钠，电解用电下降为约 5000kW·h/t，目前已在国内全部生产厂推广应用，获得了显著的经济效益。

电解法制氯酸钠（或氯酸钾）所用的原料为原盐。我国沿海有丰富的海盐，内地有井盐、食盐矿、盐湖等产原盐资源，同时我国还有大中小型氯碱厂约 200 家，这为发展氯化物及氯酸盐系列产品提供了有利的条件。当前，我国的氯化物及氯酸盐系列产品有 59 个，今后还有待开发新方法，改进生产工艺，采用新技术、新设备，提高产品质量，降低生产成本，以使氯化物及氯酸盐系列产品迈向新台阶。

Ae001 液氯

【英文名】 chlorine liquid

【结构式】 Cl_2

【分子量】 70.906

【物化性质】 黄绿色透明液体。相对密度 1.468（0℃）；沸点 －34.6℃，熔点 －100.98℃，相对蒸气密度 2.48，饱和蒸气压 506.62kPa（10.3℃），临界温度 144℃，临界压力 7.71MPa。常压下即汽化成气体，1kg 液氯汽化后得到 300L 气体氯。具有窒息的气味，有强烈刺激臭和腐蚀性。可以在地面流动，能与许多有机物和分散的金属发生反应，有水存在可以侵蚀金属、侵蚀塑料橡胶和涂料。性质很活泼，虽不自燃，但可以助燃，在日光下与其他易燃气体混合时会发生

燃烧和爆炸，可以和大多数元素或化合物起反应。剧毒。

【质量标准】 国家标准 GB/T 5138—2006

项目	指标		
	优等品	一等品	合格品
氯的体积分数/% ≥	99.8	99.6	99.6
水的质量分数/% ≤	0.01	0.03	0.04
三氯化氮的质量分数/% ≤	0.002	0.004	0.004
蒸发残渣的质量分数/% ≤	0.015	0.10	—

注：水分、三氯化氮指标强制。

【用途】 用于纺织品和造纸的漂白。冶金工业用于生产金属钛、镁等。化学工业用于生产次氯酸钠、三氯化铝、三氯化铁、漂白粉、溴素、三氯化磷等无机化工产品，还用于生产有机氯化物，如氯乙酸、环氧氯丙烷、一氯代苯等。也用于生产氯丁橡胶、塑料及增塑剂。日用化学工业用于生产合成洗涤剂原料烷基磺酸钠和烷基苯磺酸钠等。农药工业用作生产高效杀虫剂、杀菌剂、除草剂、植物生长刺激剂的原料。还用于自来水的消毒、净化。

【制法】 冷冻法：由氯气干燥室来的干燥氯气（压力 0.196133～0.225553MPa），通过飞沫捕集器分离除去酸沫杂质后，进入方箱式液化槽中的氯冷凝蛇管，被管外的氯化钙冷冻盐水（－25～－35℃）或氟利昂冷冻液冷却，冷凝成液体氯，未冷凝的含氯废气经废气分离器，将分离出来的不凝废气送往它处使用，液氯流入液氯计量槽，用干燥压缩空气压送至液氯槽或直接压送至液氯槽车或钢瓶包装。被氯气加热的氯化钙盐水，在旋桨式搅拌器的推动下流向方箱液化槽的另一侧——氨蒸发器外，由于液氨蒸发的致冷作用，重新冷却返回氯冷凝蛇管侧，不断循环，连续制得液氯成品。同样，氟利昂冷冻液通过冷冻机组进行制冷和回收循环使用。

【安全性】 LC_{50} 293×10^{-6}，1h（大鼠，吸入）；LC_{50} 137×10^{-6}，1h（小鼠，吸入）。对眼、呼吸系统黏膜有刺激作用。可引起迷走神经兴奋、反射性心跳骤停。急性中毒：轻度者出现黏膜刺激症状：眼红、流泪、咳嗽，肺部无特殊所见；中度者出现支气管炎和支气管肺炎表现，病人胸痛、头痛、恶心、较重干咳、呼吸及脉搏增快，可有轻度紫绀等；重度者出现肺水肿，可发生昏迷和休克。有时发生喉头痉挛和水肿，造成窒息。还可引起反射性呼吸抑制，发生呼吸骤停死亡。慢性中毒：长期低浓度接触，可引起慢性支气管炎等；高浓度氯气能引起急性皮炎，并伴有皮肤多汗、发红和水肿。中等浓度及低浓度氯气中毒时，有明显的胸部剧疼、眼灼伤及刺痛、流泪和很难受的干咳。高浓度氯气中毒可导致呼吸中枢反射性抑制引起的骤然死亡。氯气中毒后，应立即供给新鲜空气，保持安静、温暖。尽早吸氧，并住院治疗。最高容许浓度为 1mg/m^3。

职业接触限值：中国 MAC，1mg/m^3；前苏联 MAC，1mg/m^3；TLVTN，1×10^{-6}，3mg/m^3（上限值）（OSHA），0.5×10^{-6}，1.5mg/m^3（ACGIH）；TLVWN，1×10^{-6}，2.9mg/m^3（ACGIH）。

生产或使用人员工作时要穿工作服，戴防毒面具和防护密闭眼镜，穿戴橡胶手套、围裙、长筒胶靴。设备和输送管线要密封，厂房适当通风并检查空气中氯气的浓度。给保健饮食。

标志、包装、运输及贮运：①液氯属剧毒品，危规编号：GB 2.3 类 23002。UN No.1017。②每批出厂的液氯都应有一定格式的质量标签，内容包括：生产厂名称、商标、产品名称及厂址、净重、等级、标准编号、生产日期、批号等。液氯包装量：钢瓶不得大于 1.25kg/L；槽车不大于 1.20kg/L。槽车或钢瓶应有

明显的“液氯”、“有毒”字样，并注明瓶号、厂名、厂址，皮重及允许包装的净重。③液氯的运输、贮存等，应符合《气体安全监察规程》和 GB 11984 的要求。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，库温不超过 35℃。宜专仓专贮。切勿与锌粉、锑粉、砷粉、乙炔、乙烯、氨气、氢气等易燃易爆物及有机物品共贮混运，避免与松节油、乙醚、氨等物质接触。防止日光照射及其他热源的直接影响。贮存时钢瓶应戴上安全帽，应经常检查阀门有无漏气，如发现漏气，应由熟悉钢瓶结构的人员旋紧阀门螺钉，泄漏量大时，可投入水中或石灰乳中，以防止污染大气，工作人员要戴防毒面具。④本品不会燃烧，但可助燃。在日光下与易燃气体混合时会发生燃烧爆炸。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。失火时，可用雾状水、泡沫、干粉灭火器扑救。消防人员要戴防毒面具。

【生产单位】 渤海化工集团公司天津大沽化工厂，山东鲁西化工集团有限责任公司，新疆中泰化学股份有限公司，南宁化工集团有限公司，中盐吉兰泰盐化集团有限公司。

Ae002 氯磺酸

【别名】 氯化硫酸

【英文名】 chlorosulfonic acid; chlorosulfuric acid

【结构式】 HSO_3Cl

【分子量】 116.52

【物化性质】 无色或淡黄色的发烟液体，有刺激性臭味。熔点 −80℃，沸点 158℃，相对密度 d^{18} 1.766。溶于二氯乙烷、四氯乙烷、氯仿；不溶于二硫化碳、四氯化碳。遇醇和酸则分解。是含有相当弱的 S—Cl 键的强酸。在空气中发烟。遇水发生剧烈反应生成盐酸、硫酸和烟雾。与许多有机可燃性物质、硝酸盐、氯酸盐、碳化物、硫化物、氰化物和金属粉末等发生放热反应。与烃、醇、酚和胺等有机化合物反应生成有机衍生物。与强脱水剂如三氧化硫等接触时生成焦硫酰氯。具有强烈吸湿性和腐蚀性。

【质量标准】 国家标准 GB/T 13549—2008

项目	指标		
	优等品	一等品	合格品
外观	无明显浑浊的液体	允许轻微浑浊的液体	允许有浑浊的液体
氯磺酸(HSO_3Cl)/% ≥	98.0	97.0	95.0
硫酸(H_2SO_4)/% ≤	2.0	2.5	4.0
灰分/% ≤	0.03	—	—
铁(Fe)/% ≤	0.01	0.01	—
铜(Cu)/% ≤	0.003	0.003	—
色度/mL ≤	10	—	—

注：指标中的“—”表示该类别产品的技术要求中没有此项目。

【用途】 主要用于制造磺胺药物、糖精和制造染料中间体的磺化剂，也用于制造农药、洗涤剂、离子交换树脂、塑料等，军事上用作烟幕剂。

【制法】 气体合成法：将硫黄燃烧生成二氧化硫气体，经冷却、分离后，送入备有钒催化剂的催化转化器中转化为三氧化硫，经冷却后送入合成器中，与干氯化氢气（用氢气与氯气合成，含量＞85% HCl）在130～230℃下进行反应，再经冷却、气液分离，制得氯磺酸成品。其反应式如下：

$$2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3$$

$$SO_3 + HCl \longrightarrow HSO_3Cl$$

生产过程中有过量的氯化氢、二氧化硫、三氧化硫及少量的氯气产生，一般采用高效吸收塔将氯化氢用水吸收制成盐酸；将二氧化硫、三氧化硫用浓硫酸吸收。

【安全性】

毒性及防护：强氧化剂。遇水猛烈分解，产生大量的热和浓烟，甚至爆炸。在潮湿空气中与金属接触，能腐蚀金属并放出氢气，容易燃烧爆炸。与易燃物（如苯）和可燃物（如糖、纤维素等）接触会发生剧烈反应，甚至引起燃烧。具有强腐蚀性。其蒸气对黏膜和呼吸道有明显刺激作用。临床表现有气短、咳嗽、胸痛、咽干痛以及流泪、流涕、痰中带血、恶心、无力等。如吸入，鼻、喉的刺激反应有打喷嚏、喉痛、流鼻涕等症状，应立即给氧，并送医院治疗。长期接触可引起牙齿腐蚀。高浓度吸入除上呼吸道刺激外，有咳嗽、呼吸困难或呼吸短促、肺水肿；如误食，可引起口腔、喉、食道和胃烧伤，有剧烈疼痛、出血、呕吐、腹泻和血压骤降。如不慎溅入眼睛，应立即用大量流动清水冲洗15min，并送医院治疗；如与皮肤接触，能引起严重的灼伤，必须迅速用冷水冲洗，然后涂以3%碳酸氢钠溶液或药用獾油。

操作人员工作时应穿防酸织物工作服，戴防护眼镜、乳胶手套、胶皮围裙，穿长筒胶靴等。生产设备要密闭、车间通风应良好。要进行就业前和每两年一次的定期体检。

包装及贮运：① 应装于专用的槽车或特制金属罐内，槽车与罐应定期清理。罐装应严密封口，再装入坚固木箱或铁桶内，箱内用不燃材料作衬垫，箱外用铁丝或铁皮捆紧。罐装每箱净重不超过50kg。包装容器上应涂刷标志，内容包括：生产厂名、产品名称、净重等，并有“腐蚀品”标志和“怕湿”标志。② 属一级无机酸性腐蚀物品，危规编号：GB 8.1 类81023。UN. No. 1754。贮存于阴凉、干燥、通风良好的库房。库温不超过35℃，相对湿度不超过80%。包装必须密封，切勿受潮。应与易（可）燃物、酸类、碱类、醇类、活性金属粉末等分开存放，切忌混贮。运输过程中如遇雨、雪，须以避水用具遮盖。包装产品不得叠放、倾斜或翻滚。装卸时要小心轻放，防止包装破损。

失火时，可用砂土、干粉灭火器灭火，严禁用水。

【生产单位】 山东鲁西化工集团有限责任公司，四平联合化工股份有限公司，南化集团研究院，巨化股份有限公司。

Ae003 氯铂酸

【别名】 六氯合铂氢酸；铂氯氢酸

【英文名】 chloroplatinic acid

【结构式】 $H_2PtCl_6 \cdot 6H_2O$

【分子量】 517.94

【物化性质】 红棕色或橙黄色结晶。具有强吸湿性。相对密度2.431，熔点60℃。加热至360℃时，分解成氯化氢气体，并生成四氯化铂。易溶于水、酸、乙醇和乙醚。与三氟化硼接触剧烈反应。具有腐蚀性。

【质量标准】 国家标准 GB/T 26298—2010

铂质量分数/% ≥	杂质元素(质量分数)/%											
	Ag	Au	Pd	Rh	Ir	Pb	Ni	Cu	Fe	Sn	Cr	总量
37.5	0.0005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.1

【用途】 用作催化剂。作分析试剂，用以沉淀钾、铷、铯和铊，并可使这些离子与钠离子分离。用于沉淀生物碱、电镀及制造铂石棉等。

【制法】 将铂于通风处在水浴上加热溶解于3体积盐酸和1体积硝酸的混合液中(盐酸和硝酸的相对密度分别为1.19和1.4)。加热蒸发，不断补加水和盐酸，直至变成浆状溶液，冷却，加入其体积一半的乙醇，再加入饱和氯化铵溶液，直至不再析出黄色氯铂酸铵的沉淀。滤出沉淀，用30%氯化铵溶液洗涤，过滤，于100～110℃下干燥后，再于800℃灼烧，得到纯海绵状铂。将制得的纯铂再溶于盐酸和浓硝酸的混合液中，过滤、蒸发滤液，直至取出少量溶液冷却后有结晶析出（蒸发达终点时，需通氯气至溶液饱和）。在不断搅拌下冷却至室温，得到结晶，形成氯铂酸。其反应式如下：

$$3Pt + 18HCl + 4HNO_3 \longrightarrow 3H_2PtCl_6 + 4NO\uparrow + 8H_2O$$

【安全性】 本品不易燃烧，有毒，具有强烈腐蚀性、刺激性，可致人体灼伤。对环境有危害。吸入、摄入或经皮肤吸收后对身体有害，对眼睛、皮肤、黏膜和上呼吸道有刺激作用，可引起过敏反应。吸入粉尘和烟雾的患者，应立即脱离污染区，移至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，安置休息并保暖。眼睛或皮肤接触后，可用大量水冲洗。误食时应立即漱口，给服温水催吐，并速送医院救治。

包装及贮运

① 危规编号：酸性腐蚀品。GB 8.1类81507。UN. No. 2507。

② 玻璃瓶或塑料瓶装，每瓶净重50g、100g、250g，再集中于木箱内衬垫料。

③ 搬运时轻装轻卸，防止容器受损。

④ 贮存于阴凉、干燥、通风的库房内。密封保存，防止受潮。与易燃品和食用原料隔离贮运。

失火时，可用水、各种灭火器扑救。

【生产单位】 济南铂源化学有限公司，江都市仁达精细化学厂，上海化学试剂研究所，昆明贵研催化剂有限责任公司。

Ae004 无水氯化铝

【英文名】 aluminium chloride anhydrous

【结构式】 $AlCl_3$

【分子量】 133.34

【物化性质】 无色或白色单斜晶系结晶或粉末。有强盐酸气味。工业品因含有铁等杂质而呈淡黄色、黄绿色或红棕色等颜色。其分子组成依收集方式和温度等条件之不同而异：在758～1276℃时分子式为$AlCl_3$，在218～440℃时分子式为Al_2Cl_2。相对密度2.44（25℃），熔点190℃。有升华性，升华温度177.8℃。易溶于水、乙醇、氯仿、四氯化碳、乙醚，微溶于苯。吸水性强，极易潮解，露置空气中易吸收水分并水解生成氯化氢。遇水后剧烈反应，生成氢氧化铝和氯化氢，并放出大量的热。有强腐蚀性。熔融氯化铝结晶时，体积显著减小，电导率几乎降为零。能与很多无机和有机化合物生成络合物，如与氨气生成氨络合物，与一价金属的卤化物生成M（$AlCl_3$）类型的络合物；与氯化钠、氯化钾、氯化钙等盐类能形成低共熔点混合物；与二氧化氮、磷、五氯化磷、二氧化硫、硫化氢、氰化氢等化合物能起加成作用，并且产物都易分解。

【质量标准】 国家标准GB/T 3959—2008

项目		指标		
		优等品	一级品	合格品
氯化铝($AlCl_3$)质量分数/%	≥	99.2	98.8	98.5
铁(以 $FeCl_3$计)质量分数/%	≤	0.04	0.05	0.08
水不溶物质量分数/%	≤	0.05	0.10	0.30
重金属(以 Pb 计)质量分数/%	≤	0.006	0.02	0.04
游离铝质量分数/%	≤	0.010	—	—

【用途】 用作有机合成的催化剂，如石油裂解、合成染料、合成橡胶、合成洗涤剂、医药、香料等，特别是作为弗端德、克莱福特反应的催化剂而得到广泛应用。用于制造农药、有机铝化合物、酞菁系有机颜料用催化剂、乙基苯制造用催化剂。也用于制备铝有机化合物以及金属的炼制及润滑油合成。也用作分析试剂和脱水剂等。食品级产品用作膨松剂、清酒等防变色剂及果胶的絮凝剂。

【制法】

（1）金属铝法　将预热后的铝锭放入密闭的氯化反应炉内，氯气由上方顺导管送入炉内，与铝在800～900℃下反应生成三氯化铝，经升华、冷凝，即得无水氯化铝成品。尾气经碱水洗涤后排空。其反应式如下：

$$2Al+3Cl_2 \longrightarrow 2AlCl_3$$

（2）铝氧粉法　将一定粒度的铝氧粉和石油焦按一定配比投入焙烧炉中，由炉底部通入空气，在800℃下进行焙烧，烟气经旋风除尘后排空。焙烧后的物料经溢流管进入氯化炉，然后通入氯气和氧气，于950℃在有石油焦（C）还原剂的存在下，铝氧粉与氯气反应，生成氯化铝气相产物，经预冷分离器和预冷塔，将气体中夹带的灰粉和氯化物杂质除去，净化气体冷却至250℃左右，通入夹套水冷捕集器，再经冷却、结晶，制得无水氯化铝成品。其反应式如下：

$$Al_2O_3+3C+3Cl_2 \longrightarrow 2AlCl_3+3CO$$

尾气经烧碱溶液或亚硫酸钠溶液吸收处理后排空。

【安全性】 本品不燃，具有强腐蚀性、强刺激性。LD_{50} 3730mg/kg（大鼠，经口）。LD_{50} 3800mg/kg（小鼠，经口）。本品对皮肤、黏膜有刺激作用。吸入高浓度可引起支气管炎，个别人可引起支气管哮喘。误食量大时，可引起口腔糜烂、胃炎、胃出血和黏膜坏死。慢性影响：长期接触可引起头痛、头晕、食欲减退、咳嗽、鼻塞、胸痛等症状。本品溅落在皮肤上时，先应干拭除掉，然后用水冲洗，否则，会因接触水而剧烈灼烧皮肤。如不慎溅入眼睛，立即用水冲洗15min以上，送医院治疗。操作人员工作时应穿工作服，戴口罩、手套，穿长筒胶鞋等劳保用品，以保护呼吸器官和皮肤。生产设备要密闭，车间通风应良好。

职业接触限值：前苏联 MAC，2mg（Al）/m^3；TLVTN，2mg/m^3（ACGIH）。

包装及贮运：① 工业无水氯化铝采用双层包装，内包装采用聚氯乙烯塑料薄膜袋，包装容积应大于外包装；外包装采用铁桶、镀锌桶或塑料桶，桶盖必须封密。每桶净重50kg或100kg。包装上应有明显的“腐蚀性物品”和“防潮”标志及生产厂名、厂址、产品名称、商标、等级、净重、批号或生产日期。② 属一级无机酸性腐蚀物品，危规编号：GB 8.1 类81045。UN No. 17262。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。不得与碱类、氧化剂共贮混运。装卸时要小心轻放，防止包装破损。贮存于阴凉、干燥、通风良好的库

房，相对湿度保持75%以下。注意防潮。远离火种、热源。本产品贮存期，自生产日算起为六个月。

失火时，可用干砂、二氧化碳灭火器或干粉灭火剂扑救，严禁用水。

【生产单位】 中盐湖南株洲化工集团有限公司，湖州吉昌化学有限公司，常州市通达化工有限公司，宜兴市方晟化工有限公司。

Ae005 六水氯化铝

【别名】 结晶三氯化铝

【英文名】 aluminium chloride crystalline

【结构式】 $AlCl_3 \cdot 6H_2O$

【分子量】 241.43

【物化性质】 无色斜方晶系结晶。工业品为淡黄色或深黄色。相对密度2.398～2.440。加热到100℃分解释放出氯化氢。比热容1.31kJ/(kg·K)，溶于水、乙醇、乙醚，水溶液呈酸性，微溶于盐酸。吸湿性强，易潮解，在湿空气中水解生成氯化氢白色烟雾。

【质量标准】 化工行业标准《工业六水（结晶）氯化铝》HG/T 3251—2010

指标名称		指标		
		优等品	一等品	合格品
结晶氯化铝($AlCl_3 \cdot 6H_2O$)质量分数/%	≥	97.5	95.5	93.0
氧化铝(Al_2O_3)质量分数/%	≤	20.5	20.0	19.6
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.002	0.010	0.050
水不溶物质量分数/%	≤	0.025	0.10	0.10

【用途】 主要用于精密铸造模壳的硬化剂、工业用水（包括污水）的净化处理剂。可用作木材防腐剂、造纸施胶沉淀剂。化学工业中用于生产氢氧化铝凝胶、加氢裂化催化剂单体等。食品工业中用于彭松剂、清酒等变色防止剂、果胶絮凝剂。还用于羊毛精制（用碳化清除植物纤维）、染色和医药工业。

【制法】 煤矸石法：将粒度小于8mm的煤矸石粉加入沸腾焙烧炉，在700℃左右焙烧约30min，再经细粉碎，加入反应器中与20%盐酸在110℃进行反应1h，生成结晶氯化铝溶液，把反应溶液送至澄清槽，加入聚丙烯酰胺等絮凝剂，用压缩空气搅拌后，静置沉淀，清液送去蒸发浓缩，冷却结晶，离心分离，得到六水氯化铝成品。其反应式如下：

$$Al_2O_3+6HCl+3H_2O \longrightarrow 2AlCl_3 \cdot 6H_2O$$

【安全性】

毒性与防护：有腐蚀性，水溶液呈强酸性。如不慎溅到皮肤上要立即用大量水冲洗干净。生产人员要穿工作服，戴口罩、手套，穿长筒胶靴。生产设备要密闭，车间通风应良好。

包装及贮运：用内衬两层聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，内袋热合，外袋应牢固缝合。每袋净重40kg。包装上应注有“防止受潮”字样。应贮存在阴凉、通风、干燥、清洁的库房内。注意防潮。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破裂受潮。

失火时，可用砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 温州天盛电化有限公司，上海盛龙化工有限公司，大连雪源精细化工有限公司，江苏宏大化工集团海安县宏大发展有限公司，焦作市爱尔福克化工有限公司。

Ae006 水处理剂结晶氯化铝

【英文名】 aluminium chloride crystalline for water treatment

【结构式】 $AlCl_3 \cdot 6H_2O$

【分子量】 241.43

【物化性质】 参见结晶氯化铝。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 3541—2011

指标名称		指标		
		结晶		液体
		一等品	合格品	
氯化铝($AlCl_3 \cdot 6H_2O$)质量分数/%	≥	95.5	90.0	—
氧化铝(Al_2O_3)质量分数/%	≤	20.0	19.0	10.0
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.02	1.0	0.50
不溶物质量分数/%	≤	0.10	0.10	0.20
砷(As)质量分数/%	≤	0.0002	0.0004	0.0002
铅(Pb)质量分数/%	≤	0.001	0.002	0.001
镉(Cd)质量分数/%	≤	0.0002	0.0004	0.0002
汞(Hg)质量分数/%	≤	0.00001	0.00002	0.00002
六价铬(Cr^{6+})质量分数/%	≤	0.0005	0.0005	0.0005

【用途】 主要用于饮用水、含高氟水、工业水的处理，以及含油污水净化。

【制法】 煤矸石-盐酸法，参见结晶氯化铝。

【安全性】

毒性与防护：参见六水氯化铝。

包装及贮运：包装参见六水氯化铝。应贮存在阴凉、通风、干燥、清洁的库房内。禁止与有毒有害物品共贮混运。其他参见六水氯化铝。

【生产单位】 江苏宏大化工集团海安县宏大发展有限公司，焦作市爱尔福克化工有限公司，温州天盛电化有限公司。

Ae007 聚合氯化铝

【别名】 聚合铝；碱式氯化铝；聚铝；聚氯化铝；PAC

【英文名】 aluminium polychloride；polyaluminium chloride

【结构式】 $[Al_2(OH)_nCl_{6-n} \cdot xH_2O]_m$ ($m \leqslant 10$，$n=1\sim5$)

【物化性质】 为无机高分子化合物，是介于氯化铝和氢氧化铝之间的一种水解产物，通过羟基而架桥聚合，分子中带有数量不等的羟基。无色或黄色树脂状固体。其溶液为无色或黄褐色透明液体，有时因含杂质而呈灰黑色黏液。液体产品中氧化铝含量为8%以上，固体产品中氧化铝含量为20%～40%。

聚合氯化铝味酸涩。易溶于水（水解），水解过程中伴随有电化学、凝聚、吸附和沉淀等物理化学过程。有较强的架桥吸附性能，有腐蚀性。加热至110℃以上时分解，放出氯化氢气体，最后分解为氧化铝；与酸反应发生解聚作用，使聚合度和碱度降低，最后变为正铝盐。与碱作用可使聚合度和碱度提高，最终可形成氢氧化铝沉淀或铝酸盐；与硫酸铝或其他多价酸盐混合时易生成沉淀，可降低或完全失去混凝性能。

液体聚合氯化铝的密度与产品中氧化铝的含量、碱度及温度有关。如20℃时，氧化铝含量10%～15%，碱度60%时，相对密度为1.175～1.288。碱度的大小影响聚合氯化铝的化学结构和许多特性，如密度、黏度、稳定性、混凝能力和聚合度等。液体聚合氯化铝的碱度在76.6%以下时较为稳定。

【质量标准】

1. 国家标准《生活饮用水用聚氯化铝》GB 15892—2009

指标名称	指标	
	液体	固体
外观	液体:无色至黄褐色液体; 固体:白色至黄褐色晶粒或粉末	
氧化铝(Al_2O_3)的质量分数/% ≥	10.0	29.0
盐基度/%	40.0～90.0	
密度(20℃)/(g/cm^3) ≥	1.12	
不溶物的质量分数/% ≤	0.2	0.6
pH 值(10g/L 水溶液)	3.5～5.0	
砷(As)的质量分数/% ≤	0.0002	
铅(Pb)的质量分数/% ≤	0.001	
镉(Cd)的质量分数/% ≤	0.0002	
汞(Hg)的质量分数/% ≤	0.00001	
六价铬(Cr^{6+})的质量分数/% ≤	0.0005	

注：表中液体产品所列 As、Pb、Cd、Hg、Cr^{6+}、不溶物指标均按 Al_2O_3 10%计算，Al_2O_3 含量≥10%时，应按实际含量折算成 Al_2O_3 10%产品比例计算各项杂质指标。

2. 化工行业标准《工业聚氯化铝》 HG/T 2677—2009

指标名称	指标(工业级)				
	Ⅰ类		Ⅱ类		
	液体	固体	液体	固体	
				优等品	一等品
氧化铝(Al_2O_3)质量分数/% ≥	10.0	29.0	8.0	33.0	28.0
密度(20℃)/(g/cm^3) ≥	1.160	—	1.150	—	—
盐基度质量分数/%	35～85	40～85	40～95	40～95	40～95
pH 值(10g/L 溶液)	3.5～5.0		3.5～5.0		
不溶物质量分数/% ≤	0.10	0.30	0.2	0.3	1.0
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/% ≤	0.005	0.015	—	—	—
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.003	0.010	—	—	—

【用途】 是絮凝剂，主要用于净化饮用水和给水的特殊水质处理，如除铁、除氟、除镉、除放射性污染、除漂浮油等。也用于工业废水处理，如印染废水等。此外，还用于精密铸造、医药、造纸橡胶、制革、石油、化工、染料。

【制法】

(1) 铝灰盐酸法　铝灰是电解铝、铝和铝合金熔炼或废铝材在熔炼精制过程中产生的熔渣及浮皮，主要成分为氧化铝和金属铝。把铝灰和水按一定配比加入到反应器中，在搅拌下缓慢加入盐酸进行缩聚反应，经熟化聚合，pH 至 4.2～4.5，溶液的相对密度 1.2 左右时，进行沉降分离，清液即为液体聚合氯化铝产品。液体产品经稀释过滤、蒸发浓缩、干燥，制得固体聚合氯化铝成品。其反应式如下：

$$Al_2O_3+6HCl+3H_2O \longrightarrow 2AlCl_3 \cdot 6H_2O$$

$$2Al+6HCl+6H_2O \longrightarrow 2AlCl_3 \cdot 6H_2O+3H_2\uparrow$$

$$2(AlCl_3 \cdot 6H_2O) \longrightarrow Al_2(OH)_nCl_{6-n}+(12-n)H_2O+nHCl$$

$$mAl_2(OH)_nCl_{6-n}+mxH_2O \longrightarrow [Al_2(OH)_nCl_{6-n} \cdot xH_2O]_m$$

（2）煤矸石热解法　将煤矸石破碎至约8mm以下，送入沸腾燃烧炉，控制温度650～750℃，焙烧1～2h，炉渣经球磨机磨碎至60目以下进入反应釜，与盐酸于90～110℃下反应1～4h。溶液经澄清、浓缩、冷却得到结晶氯化铝。将结晶氯化铝送入热解炉于170℃进行沸腾热解，放出的氯化氢气体用水吸收制成20%盐酸回收，然后加水在60℃以上进行熟化聚合，再经固化、干燥、破碎，制得固体聚合氯化铝成品。其反应式如下：

$$Al_2O_3+6HCl+3H_2O \longrightarrow 2AlCl_3\cdot 6H_2O$$

$$2(AlCl_3\cdot 6H_2O) \longrightarrow Al_2(OH)_nCl_{6-n}+(12-n)H_2O+nHCl$$

$$mAl_2(OH)_nCl_{6-n}+mxH_2O \longrightarrow [Al_2(OH)_nCl_{6-n}\cdot xH_2O]_m$$

【安全性】
毒性及防护：有腐蚀性，如不慎溅到皮肤上要立即用大量清水冲洗干净。生产人员要穿工作服，戴口罩、手套，穿长筒胶靴。生产设备要密闭，车间通风应良好。
包装及贮运：①工业聚合氯化铝包装上应有牢固清晰的标志，内容包括：生产厂名、厂址、产品名称、商标、净重、等级、批号或生产日期。②液体产品用清洁、耐酸碱的专用贮罐或聚乙烯塑桶包装，每桶净重25kg或50kg；或用槽车运输。固体产品用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重25kg、40kg或50kg。③工业聚合氯化铝在运输过程中要防雨淋和烈日曝晒，应防止漏损、潮解。装卸时要小心轻放，防止包装破损。应贮存在阴凉、通风、干燥、清洁的库房中。液体产品贮存期半年，固体产品贮存期一年。

失火时，可用砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】　焦作市爱尔福克化工有限公司，河南温县宏泰水处理材料厂，新乡市亚航化工有限公司，上海石化环保净化剂厂，河南巩义市华明净水材料有限公司。

Ae008 工业氯化铵

【别名】　电盐；电气药粉；盐精；盐脑

【英文名】　ammonium chloride for technical

【结构式】　NH_4Cl

【分子量】　53.49

【物化性质】　无色或略带黄色的立方晶体或白色结晶。味咸凉而微苦。相对密度1.527。易溶于水，溶于液氨、甘油等，微溶于醇，不溶于丙酮和乙醚。加热至100℃时开始显著挥发，337.8℃时解离为氨和氯化氢，遇冷后又重新化合生成颗粒极小的氯化铵而呈白色浓雾，不易下沉，也极不易再溶解于水。加热至350℃升华，沸点520℃。吸湿性小，但在潮湿阴雨天气也能吸潮结块。水溶液呈弱酸性，加热时酸性增强。对黑色金属和其他金属有腐蚀性，特别对铜腐蚀更大，对生铁无腐蚀作用。

【质量标准】　国家标准 GB/T 2946—2008

项目	指标		
	优等品	一等品	合格品
氯化铵(NH_4Cl)的质量分数(以干基计)/%　≥	99.5	99.3	99.0
水分质量分数①/%　≤	0.5	0.7	1.0
灼烧残渣质量分数/%　≤	0.4	0.4	0.4
铁(Fe)的质量分数/%　≤	0.0007	0.0010	0.0030
重金属(以Pb计)的质量分数/%　≤	0.0005	0.0005	0.0010
硫酸盐(以SO_4^{2-}计)的质量分数/%　≤	0.02	0.05	—
pH值(200g/L溶液)	4.0～5.8		

① 水分质量分数指出厂检验结果。当需方对水分有特殊要求时，可由供需双方协商确定。

【用途】 主要用于制造干电池和蓄电池。是制造其他铵盐的原料。用作染色助剂、电镀浴添加剂、金属焊接助熔剂。也用于镀锡和镀锌、鞣革、医药、制蜡烛、黏合剂、渗铬、精密铸造、洗涤剂等。

【制法】 工业氯化铵的生产方法包括联碱法、中和法和复分解法。目前工业生产中主要采用联碱法。联碱法生产纯碱，反应式如下：

$$NaCl+NH_3+CO_2+H_2O \longrightarrow NaHCO_3+NH_4Cl$$

分离碳酸氢钠后的母液含有大量氯化铵，经吸氨后在热交换器内冷却，然后送入冷析结晶器，在低温下析出氯化铵结晶，经分离、干燥得到氯化铵产品。母液流入盐析结晶器，加入细盐粉，析出氯化铵结晶，晶浆进入冷析结晶器回收氯化铵。

【安全性】

毒性及防护：本品对皮肤、黏膜有刺激性，可引起肝肾功能损害，诱发肝昏迷，造成氮质血症和代谢性酸中毒等。健康人服用50g氯化铵可致重度中毒，有肝病、肾病、慢性心脏病的患者，5g即可引起严重中毒。口服中毒引起化学性胃炎，严重者由于血氨显著增高，诱发肝昏迷。严重中毒时造成肝、肾损害，出现代谢性酸中毒，同时支气管分泌物大量增加。职业性接触，可引起呼吸道黏膜的刺激和灼伤。慢性影响：经常性接触氯化铵，可引起眼结膜及呼吸道黏膜慢性炎症。空气中氯化铵烟雾的容许浓度为10mg/m^3。腐蚀性较大，如不慎接触皮肤或溅到眼睛里，需用大量清水彻底冲洗；误食后，应采取饮温水催吐、洗胃、导泻等措施，并及时就医。

建议操作人员佩戴防尘口罩，戴防护眼镜，穿工作服，戴橡胶手套等劳保用品。工作场所避免产生粉尘。生产设备要密闭，车间通风应良好。

包装及贮运：①用内衬塑料袋的塑料编织袋或塑料编织袋内涂塑料薄膜包装，每袋净重25kg、50kg。包装上应涂刷牢固的“防热”、“防潮”标志。②属毒害品和感染性物品，危规编号：GB 6.1类61509。UN No.1630。贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，注意防潮。避免与酸类、碱类物质共贮混运。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。

失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 大化集团大连化工股份有限公司，甘肃金昌化工（集团）有限责任公司，渤海化工集团公司天津碱厂，青岛碱业股份有限公司，南宁化工集团有限公司。

Ae009 医药氯化铵

【英文名】 ammonium chloride for medicinal

【结构式】 NH_4Cl

【分子量】 53.49

【物化性质】 无色结晶或白色粉末状、颗粒状结晶。无臭、味咸、有清凉感。略有吸潮性，相对密度1.527。加热至350℃时升华，沸点520℃。易溶于水（1g/2.6mL水，25℃），溶于甘油（1g/8mL）和液氨中，微溶于乙醇（1g/100mL），不溶于丙酮和乙醚。

【质量标准】 《中国药典》（2005年版）

指标名称		医药级
氯化铵(NH_4Cl)(以干基计)/%	≥	99.5
干燥失重/%	≤	0.5
烧灼残渣/%	≤	0.1
铁盐/%	≤	0.005
重金属(以Pb计)/%	≤	0.001
砷盐(以As计)/%	≤	0.0005

【用途】 药用氯化铵用作祛痰药和利尿药。

【制法】 重结晶法：将工业氯化铵加入蒸

馏水中，加热使其溶解，经除砷、铁、重金属等净化处理后，过滤、冷却结晶、离心分离、干燥，制得药用氯化铵成品。

【安全性】

毒性及用量：ADI 不限（FAO/WHO，1979 年），但服用大量时会引起呕吐、酸中毒。一般与碳酸氢钠混合后使用，用量约为碳酸氢钠的 25%。

包装及贮运：用内衬食品用聚乙烯薄膜袋的塑料编织袋包装，每袋净重 25kg。包装袋上应有明显的“医药用”字样。应贮存在阴凉、通风、干燥、清洁的库房内。避免与酸类、碱类、有毒物品共贮混运，运输过程中要防雨淋和烈日曝晒、防潮。装卸时要小心轻放，防止包装破损。

失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 山东齐都药业有限公司，广州市汉普医药有限公司，四川自贡鸿鹤制药有限公司，山东邹平教育装备有限公司。

Ae010 三氯化锑

【别名】 氯化亚锑

【英文名】 antimony trichloride

【结构式】 $SbCl_3$

【分子量】 228.12

【物化性质】 无色斜方晶系结晶，有 α、β、γ 三种形态。相对密度（d_4^{20}）3.140，熔点 73.4℃，沸点 283℃。潮解性强，在空气中微发烟、腐蚀性强。溶于无水乙醇、氯仿、二硫化碳、苯、丙酮等有机溶剂，也溶于盐酸和酒石酸溶液。溶于水并分解生成氧氯化锑。在室温下溶于无水乙醇而不分解，加热时能与乙醇反应生成碱式盐。与热的浓硫酸反应产生氯化氢和硫酸锑；能被浓硝酸氧化成锑酸；能与碱金属和碱土金属的氯化物反应生成络合物。三氯化锑能够抑制强酸对铜、铁、钴、镍的腐蚀，而加速锌、镉、锡、铬的溶解。因此可用来除去铜、铁、镍、钴金属上面的锌、镉、锡、铬等涂层。在浓盐酸中对铁有保护作用。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 3464—2014

项目	指标	
	分析纯	化学纯
含量($SbCl_3$)/% ≥	99.0	98.0
澄清度试验	合格	合格
乙醇溶解试验	合格	合格
盐酸不溶物/% ≤	0.005	0.005
铁(Fe)/% ≤	0.002	0.005
砷(As)/% ≤	0.005	0.03
硫化氢不沉淀物（以硫酸盐计）/% ≤	0.2	0.4

【用途】 化学工业用于氯化反应催化剂，印染工业用作媒染剂，橡胶、塑料、纺织行业用作阻燃剂，颜料工业用于制造色淀，钢铁工业用于涂镀钢铁使之青铜化。是制造其他锑盐的原料。分析化学中用作铷、铯的分离试剂，维生素 A、维生素 D 的比色试剂等。还用作防腐剂和医药制造等。

【制法】 将锑锭破碎成 3cm 左右的锑块，置于反应塔内，自塔顶通入氯气进行氯化反应，生成的三氯化锑粗品自塔底部流出。粗品经减压蒸馏除去五氯化锑，再经除砷、冷却结晶、粉碎，制得三氯化锑成品。其反应式如下：

$$2Sb+3Cl_2 \longrightarrow 2SbCl_3$$

【安全性】

毒性及防护：LD_{50} 525mg/kg（大鼠，经口）。三氯化锑蒸气和烟雾刺激眼结膜、黏膜和皮肤。可引起支气管炎、肺炎、肺水肿。本品溅落在皮肤上，遇水产生盐酸和热可灼伤皮肤，并可因锑吸收而引起锑中毒全身性症状，如肝肿大、肝功能异常。吸入粉尘的患者，应脱离污染区，安置休息并保暖，就医；皮肤接触或眼睛受到刺激时需用大量水冲洗，严重者及时就

医；误食时引起中毒，用鞣酸溶液、蛋白清反复洗胃，并送医院救治。三氯化锑（以锑计）最高容许浓度为 1mg/m^3。生产工人应穿工作服、戴防毒口罩、防护手套等。由于金属锑带入的砷与氯气作用后生成的氯化砷是剧毒的，所以生产设备要密闭，车间通风要良好。

职业接触限值：中国 MAC 1mg/m^3；前苏联 MAC 0.3mg(Sb)/m^3；TLVTN 0.5mg(Sb)/m^3(OSHA)，0.5mg(Sb)/m^3 (ACGIH)。

包装及贮运：①属无机其他腐蚀物品，危规编号：GB 8.1 类 81046。UN No.1733。②用玻璃瓶装，每瓶净重 0.5kg，外用木箱包装，内填充蛭石等。包装上应有明显的“腐蚀性物品”标志。③应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。远离热源和火种。防止受潮。不得与氰化物、H 发孔剂、氧化剂、碱类物品共贮混运。在运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。

失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救，用雾状水保持火场中容器冷却。

【生产单位】 福建沙县万利化工有限公司，湖南桃江县板溪锑矿，汕头西陇化工有限公司，江苏东台市飞鹰化工试剂厂，湖南益阳市久通冶炼有限公司。

Ae011 五氯化锑

【别名】 过氯化锑；氯化锑

【英文名】 antimony pentachloride

【结构式】 $SbCl_5$

【分子量】 299.02

【物化性质】 白色或淡黄色油状液体，有恶臭和腐蚀性。熔点 28℃，沸点 79℃(29kPa)。液体相对密度（d_4^{20}）2.336。可溶于氯仿、四氯化碳、酒石酸、盐酸。吸湿性强，遇潮湿空气分解产生烟雾。遇少量水或吸潮后变成水合物而固化。在水中则引起水解生成五氯化二锑和氯化氢。与非金属元素作用生成复盐。与金属氯化物反应可生成相应的六氯锑酸盐的结晶性化合物，如 $SbCl_5 \cdot 3NH_4Cl$。与有机化合物反应生成加成化合物，于 140℃ 开始分解。对很多金属在潮湿空气环境中有腐蚀性。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
五氯化锑/%	≥	98.00
硫酸盐/%	≤	0.005
铁(Fe)/%	≤	0.001
砷(As)/%	≤	0.001
重金属		符合检验

【用途】 在化学工业中用作烃类氯化反应催化剂，染料工业用于制造染料中间体，橡胶、塑料、纺织行业用作阻燃剂，分析化学中用作检验生物碱和铯的分析试剂。也用作制造高纯锑的原料。

【制法】

（1）金属锑法　将锑锭破碎成 3cm 的锑块，加入反应器中，通入氯气进行氯化反应，生成五氯化锑，经减压蒸馏，制得五氯化锑。其反应式如下：

$$2Sb + 5Cl_2 \longrightarrow 2SbCl_5$$

生产过程中，由于金属锑带入的砷与氯气作用后生成的氯化砷是剧毒物，生产设备要密闭。

（2）三氯化锑法　将三氯化锑加入反应器中，通入氯气进行氯化反应，生成五氯化锑，经减压蒸馏，制得五氯化锑。其反应式如下：

$$SbCl_3 + Cl_2 \longrightarrow SbCl_5$$

【安全性】

毒性及防护：LD_{50} 1115mg/kg(大鼠，经口)。LC_{50} 720mg/m^3，2h(大鼠，吸入)。本品不燃，具强腐蚀性、强刺激性，可致人体灼伤。对眼睛、皮肤、黏膜和呼吸道

有强烈的刺激作用。吸入可能由于喉、支气管的痉挛、水肿、炎症，化学性肺炎、肺水肿而致死。中毒表现有烧灼感、咳嗽、喘息、喉炎、气短、头痛、恶心和呕吐。吸入粉尘的患者，应脱离污染区，安置休息并保暖，就医；皮肤接触或眼睛受到刺激时需用大量水冲洗，严重者及时就医；误服时应漱口、催吐，并送医院救治。

职业接触限值：中国 MAC 1mg/m^3；前苏联 MAC 0.3mg(Sb)/m^3；TLVTN 0.5mg(Sb)/m^3(OSHA)，0.5mg(Sb)/m^3(ACGIH)。

包装及贮运：①属一级无机腐蚀物品，危规编号：酸性腐蚀品，GB 8.1 类 81047。UN No.1730。②可用小开口钢桶，玻璃瓶或塑料桶（罐）外全开口钢桶，玻璃瓶或塑料桶（罐）外普通木箱或半花格木箱，磨砂口玻璃瓶或螺纹口玻璃瓶外普通木箱，安瓿瓶外普通木箱，螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外普通木箱包装。用玻璃瓶装时，每瓶净重 0.5kg，外用木箱包装，内填充蛭石等。包装上应有明显的“腐蚀性物品”标志。③运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。装卸时要轻拿轻放，防止包装瓶破裂。不宜久存，以免变质。④贮存于阴凉、干燥、通风良好的库房中。远离火种、热源。库温不超过 25℃，相对湿度不超过 75%。不得与有毒物品、酸类、碱类、醇类、食用化学品共贮混运。包装必须密封，切勿受潮。不宜久存，以免变质。贮区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。

失火时，可用干砂土、干粉灭火器扑救，但不可用水。

【生产单位】 福建沙县万利化工有限公司，江苏东台市飞鹰化工试剂厂，成都市科龙化工试剂厂。

Ae012 三氯化砷

【英文名】 arsenic trichloride

【结构式】 $AsCl_3$

【分子量】 181.28

【物化性质】 油状液体或针状结晶。熔点 −8.5℃，沸点 130.2℃，液体相对密度 d^{20} 2.163。溶于乙醇、乙醚、氢溴酸、盐酸、三氯化磷。可溶解硫黄、磷、油脂等。在空气中发烟。在水中则分解生成氢氧化砷和氯化氢，伴随生成白烟，刺激性非常强。遇紫外线则分解。与金属钠、钾、铝混合，撞击后能猛烈爆炸。具有较强的腐蚀性、强刺激性，可致人体灼伤，由于有脂溶性，沾在黏膜及皮肤上时，就有渗透到组织内部而产生水解的危险。剧毒！

【用途】 高纯品用作半导体。用作掺杂剂气体、合成含砷的氯衍生物，还可用于陶瓷工业。

【制法】 可用三氧化二砷和浓盐酸反应制造，或用砷和干燥氯气进行反应制造。

盐酸法：将三氧化二砷加入带搅拌的反应器中，再加入浓盐酸，在搅拌下，缓慢滴加浓硫酸。浓硫酸的滴加使反应所产生的水被除去，生成的三氯化砷由于发生两相分离，而沉于反应器底部。浓硫酸滴完后，加热反应器进行蒸馏，收集 90～107℃ 的馏分。将馏出液冷却，由于分为三氯化砷液层（下层）和 HCl 层（上层），用分液漏斗将三氯化砷分离，制得三氯化砷成品。其反应式如下：

$$As_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 2AsCl_3 + 3H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：高毒，毒性为亚砷酸型，刺激性非常强。误服、吸入粉尘或皮肤接触会引起中毒。吸入蒸气时，可对呼吸道黏

膜强烈刺激，出现咳嗽等症状，严重者可致化学性肺炎或肺气肿。由于有脂溶性，沾在黏膜及皮肤上时，就有渗透到组织内部而产生水解的危险，应特别注意勿溅入眼中。在空气中容许浓度为 0.2mg/m^3（以 As 计）。对鼠的试验，经 10min 其致死量为 2500mg/m^3。工作时必须穿工作服，最好是穿连衣式胶布防毒衣。戴橡胶围裙、橡胶手套，使用个人专用的防护面罩。可能接触其蒸气时，必须佩戴自吸过滤式防毒面具（全面罩）。紧急事态抢救或撤离时，建议佩戴自给式呼吸器。工作环境严加密闭，应提供充分的局部排风。尽可能机械化、自动化。提供安全淋浴和洗眼设备。工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作完毕，彻底清洗。单独存放被毒物污染的衣服，洗后备用。实行就业前和定期的体检。

职业接触限值：前苏联 MAC 0.04mg(As)/m^3；TLVTN 0.01mg(As)/m^3（OSHA），0.2mg(As)/m^3(ACGIH)。

包装及贮运：①属无机剧毒品。危规编号：GB 6.1 类 61013，剧毒 A1028。UN No.1560。②用螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外普通木箱进行包装。用玻璃瓶装时，每瓶净重 0.5kg，外用木箱包装，内填充蛭石等。包装上应有明显的“有毒物品”标志。③应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中。容器必须密封，不得与无机酸、三氯化磷、硫黄及食用原料共贮混运。运输前应先检查包装容器是否完整、密封，运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与酸类、氧化剂、食品及食品添加剂混运。运输时运输车辆应配备泄漏应急处理设备。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。装卸时要轻拿轻放，防止包装瓶破裂。要加强保管。

失火时，可用干砂土，干粉灭火器扑救，不可用水。

【生产单位】 水口山有色金属有限责任公司第二冶炼厂，上海安谱实验科技股份有限公司，上海南汇兴绿精细化工厂。

Ae013 氯化铍

【英文名】 berillium chloride

【结构式】 $BeCl_2$

【分子量】 79.91

【物化性质】 白色至微黄色的结晶性粉末或结晶性块状。极易潮解。相对密度 1.90。熔点 399.2～400℃。沸点约 482.3℃。汽化热 105kJ/mol，熔化热 8.66kJ/mol，蒸气压 133.3Pa（291℃升华）。极易溶于水，且与水发生反应，散发出具有刺激性和腐蚀性的氯化氢气体，并释放出热，溶液呈强酸性。溶于酒精、乙醚、吡啶、二硫化碳等有机溶剂。受高热分解生成氧化铍，并放出有毒的气体氯化氢。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
氯化铍($BeCl_2$)含量/% ≥	98.0

【用途】 用于制造铍。或作有机反应催化剂。

【制法】 将氧化铍加入盛有适量蒸馏水的反应器中，在搅拌下缓慢加入盐酸进行反应，把反应溶液蒸发浓缩，冷却结晶，离心分离，干燥，制得氯化铍成品。其反应式如下：

$$BeO + 2HCl \longrightarrow BeCl_2 + H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：剧毒品。粉尘可经伤口进入，使伤口久不愈合。LD_{50} 86mg/kg（大鼠，经口）；LD_{50} 12mg/kg（小鼠，腹腔）；应使吸入粉尘的患者迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，安置休息并保

暖。如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。不慎溅入眼睛，提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗15min，就医。皮肤接触立即脱去污染的衣着，用大量水冲洗，再用肥皂彻底洗涤，严重者就医。误食应饮足量温水，催吐并急送医院救治。操作时，密闭操作，提供充分的局部排风，防止粉尘释放到车间空气中。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴防尘面具（全面罩），穿胶布防毒衣，戴橡胶手套。避免产生粉尘，避免与水接触。配备泄漏应急处理设备。失火时，消防人员必须穿全身防火防毒服，在上风向灭火。灭火时尽可能将容器从火场移至空旷处。然后根据着火原因选择适当灭火剂灭火。

职业接触限值：中国 MAC 0.001mg/m^3；前苏联 MAC 0.001mg(Be)/m^3；TLVTN 0.002mg(Be)/m^3。

包装及贮运：①危规编号：毒害品，GB 6.1类61025。剧毒GA58—93B1073。UN No.1566。②用玻璃瓶包装，每瓶净重500g，再集中于木箱内衬垫料。包装上有明显“毒害品”标志。

贮存于阴凉、通风、干燥仓间内，防止受潮。禁与食用原料同贮共运。运输过程中防止雨淋受潮，搬运过程轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用砂土、二氧化碳灭火器扑救，禁止用水。

【生产单位】 成都鑫茂金属国际贸易有限公司，无锡中坤生化科技有限公司，上海凯赛化工有限公司。

Ae014 氯化溴

【英文名】 bromine chloride

【结构式】 BrCl

【分子量】 115.36

【物化性质】 橘红色挥发性不稳定的液体或气体。密度5.062g/L，熔点−66℃，沸点10℃，分解并释放出氯气。相对蒸气密度4.1。溶于水、二硫化碳、乙醚。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
氯化溴(BrCl)含量/%　≥	99.0

【用途】 工业消毒剂，废水处理。

【制法】 合成法：将溴加入反应器中，在搅拌下通入氯气进行反应，使反应物进入到干冰冷却的捕集器，制得氯化溴，经过蒸馏，就可以贮存在铂制捕集器或充分干燥的钢瓶中。其反应式如下：

$$Br_2 + Cl_2 \longrightarrow 2BrCl$$

【安全性】

毒性及防护：本品不燃，有毒，具强腐蚀性、强刺激性，可致人体灼伤。具有强氧化性，与可燃物接触能引起剧烈燃烧。在10℃时分解放出剧毒和腐蚀性的氯和溴的烟雾。与水反应放出有毒和腐蚀性的烟雾。对皮肤、眼睛和黏膜有强刺激性和腐蚀性。应使吸入蒸气的患者脱离污染区，安置休息并保暖，保持呼吸道通畅。严重者就医诊治，并输氧气；如果呼吸停止，需进行人工呼吸。当眼睛受刺激或皮肤接触时用大量水冲洗，急送医院诊治。误食者用水漱口，给饮牛奶或蛋清，就医。失火时，消防人员必须穿戴全身防护服。在上风向灭火。关闭钢瓶阀门。并用水保持火场中钢瓶冷却，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂可用干粉、二氧化碳。

包装及贮运：①危规编号：有毒气体，GB 2.3类23026。UN No.2901。②有毒气体用特殊钢瓶装，包装钢瓶上应有明显“有毒气体”标志，副标志：氧化剂和腐蚀品。钢瓶容量为250kg。③搬运时钢瓶要戴好安全帽及防震橡皮圈，防止撞击受损。采用刚瓶运输

时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。严禁与易燃物或可燃物、食用化学品等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。公路运输时要按规定路线行驶，禁止在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。④贮存于阴凉、干燥、通风良好的专用库房内。远离热源和火种，库温在10℃以下。与有机物、可燃物和其他抵触性物品隔离贮运。贮区应备有泄漏应急处理设备。应严格执行极毒物品“五双”管理制度。

【生产单位】 北京北化精细化学品有限责任公司，北京贵通行国际贸易有限公司，郑州市中原区宝汇化工商行。

Ae015 氯化镉

【英文名】 cadmium chloride

【结构式】 $CdCl_2 \cdot 2.5H_2O$

【分子量】 228.34

【物化性质】 无色单斜结晶。相对密度3.327。易溶于水(0℃时为90g/100mLH_2O，100℃时为147g/100mLH_2O)，微溶于醇，不溶于醚。有风化性，34℃转化为二水物。有毒！

【质量标准】 国家标准 GB/T 1285—1994

名称		指标	
		分析纯	化学纯
氯化镉($CdCl_2 \cdot 2.5H_2O$)/%	≥	99.0	98.0
澄清度试验/%		合格	合格
水不溶物/%	≤	0.005	0.01
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤	0.01	0.02
总氮量(N)/%	≤	0.002	0.005
钠(Na)/%	≤	0.005	0.01
铁(Fe)/%	≤	0.0002	0.001
铜(Cu)/%	≤	0.002	0.005
锌(Zn)/%		0.002	0.01
铅(Pb)/%	≤	0.01	0.02
pH(50g/L 溶液,25℃)		4.0～6.5	

【用途】 用于制造照相纸和复写纸的药剂。用于镀镉，制镉电池、陶瓷釉彩、合成纤维和印染助剂；光学仪器工业中用作制造特种镜子的增光剂；镀镍电解液中用作光亮剂；还用作分析试剂。

【制法】 海绵镉法：将海绵镉加热熔化，浇入冷水，制成镉花，然后与盐酸进行反应生成氯化镉溶液，加入高锰酸钾或双氧水除去溶液中的铁等杂质，再经澄清，把清液送去蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离，制得氯化镉成品。其反应式如下：

$$Cd + 2HCl \longrightarrow CdCl_2 + H_2 \uparrow$$

【安全性】 氯化镉为有毒品，急性中毒：吸入可引起呼吸道刺激症状，可发生化学性肺炎、肺水肿；误食后可引起急剧的胃肠道刺激症状，有恶心、呕吐、腹痛、腹泻、里急后重、全身乏力、肌肉疼痛和虚脱等，重者危及生命。慢性中毒：长期接触引起支气管炎、肺气肿、以肾小管病变为主的肾脏损害；重者可发生骨质疏松、骨质软化或慢性肾功能衰竭，可发生贫血、嗅觉减退或丧失等。对环境有危害，对水体可造成污染。环境最高容许浓度为$0.2mg/m^3$。如不慎溅到皮肤或眼睛里，应立即用大量清水冲洗；如吸入，应迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道清洁；如呼吸困难，应给输氧，并及时就医；如不慎误食，应给饮足量温水催吐，并就医。

生产工人要穿工作服，戴防毒口罩、橡胶手套和围裙等劳保用品。生产设备要

密闭、车间通风良好，下班后要洗淋浴，保护呼吸器官和皮肤。

职业接触限值：美国 TLV-TWA 0.01mg (Cd) /m³；TLVTN 0.05mg(Cd) /m³。

包装及贮运：①用内衬塑料袋的木桶包装，每桶净重 60kg，小包装用玻璃瓶装，每瓶净重 0.5kg，外套木箱包装，内填充蛭石等。包装上应有明显的“有毒品”标志。②运输前应先检查包装容器是否完整、密封，运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与酸类、氧化剂、食品及食品添加剂混运。运输时运输车辆应配备泄漏应急处理设备。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。③属无机有毒品。贮存于阴凉、通风的库房内，防止受潮。远离火种、热源。包装密封。应与氧化剂、活性金属粉末、食用化学品分开存放，切忌混贮。贮区应备有合适的材料收容泄漏物。失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。消防人员必须穿全身防火防毒服，在上风向灭火。灭火剂可用水、泡沫、二氧化碳、干粉、砂土。

【生产单位】 上海光铧科技有限公司，河北雄威化工股份有限公司，上海碧泉化工有限公司，长沙市延风化学试剂厂。

Ae016 工业无水氯化钙

【英文名】 calcium chloride anhydrous for technical

【结构式】 $CaCl_2$

【分子量】 110.99

【物化性质】 无色立方结晶。一般工业产品为白色或灰白色多孔块状或粒状、蜂窝状。无臭、味微苦。相对密度 d_4^{25} 2.15，熔点 782℃，沸点 1600℃以上。吸湿性极强，暴露于空气中极易潮解。易溶于水，同时放出大量的热，其水溶液呈微酸性。溶于醇、丙酮、醋酸。与氨或乙醇作用，分别生成 $CaCl_2 \cdot 8NH_3$ 和 $CaCl_2 \cdot 4C_2H_5OH$ 络合物。在常温下由水溶液结晶而析出的常为六水物，逐渐加热至 30℃时则溶解在自身的结晶水中，继续加热逐渐失水，至 200℃时变为二水物，再加热至 260℃则变为白色多孔状的无水氯化钙。

【质量标准】 国家标准 GB/T 26520—2011

项目	无水氯化钙	
	Ⅰ型	Ⅱ型
氯化钙($CaCl_2$)含量(质量分数)/% ≥	94.0	90.0
碱度[以 $Ca(OH)_2$ 计](质量分数)/% ≤	0.25	
总碱金属氯化物(以 NaCl 计)(质量分数)/% ≤	5.0	
水不溶物(质量分数)/% ≤	0.25	
铁(Fe)(质量分数)/% ≤	0.006	
pH 值	7.5～11.0	
总镁(以 $MgCl_2$ 计)(质量分数)/% ≤	0.5	
硫酸盐(以 $CaSO_4$ 计)(质量分数)/% ≤	0.05	

【用途】 多用作干燥剂，如用于氮气、氧气、氢气、氯化氢、二氧化硫等气体的干燥。生产醇、酯、醚和丙烯酸树脂时用作脱水剂。氯化钙水溶液是冷冻机用和制冰用的重要制冷剂，能加速混凝土的硬化和增加建筑砂浆的耐寒能力，是优良的建筑防冻剂。用作港口的消雾剂和路面集尘剂、织物防火剂。用作铝镁冶金的保护剂、精炼剂。是生产色淀颜料的沉淀剂。用于废纸加工脱墨。是生产钙盐的原料。食品工业中用作螯合剂、凝固剂。

【制法】 将石灰石（$CaCO_3$ 含量≥95%）破碎后，加入溶解槽，按盐酸：石灰石＝

2.2∶1的配比加入31%的工业盐酸，在搅拌下发生反应：

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 \uparrow + H_2O$$

反应生成的气体送入内部填充石灰石的喷淋塔内，并喷淋氯化钙稀溶液，由塔底得到浓度为300～350g/L氯化钙的溶液，与来自溶解槽的氯化钙溶液混合后，加入氯化钡，使其中的硫酸根生成硫酸钡沉淀除去；将溶液再加热至70～75℃，加入石灰乳，调节溶液pH值至8.5～9，使其中的铁、铝、镁等杂质形成氢氧化物沉淀除去。经澄清、过滤、蒸发，得到含量为70%以上的氯化钙溶液，利用喷雾干燥塔，在400～450℃热气流下进行喷雾干燥脱水，制得无水氯化钙粉末状成品。

【安全性】

毒性及防护：对大鼠经口投入时，最小致死量4000mg/kg。与皮肤接触会引起腐蚀起泡。接触到皮肤上时，应用清水冲洗。

生产、搬运和使用时要穿工作服、戴手套、穿长筒胶靴。注意保护皮肤。

包装及贮运：①以内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋或内衬聚乙烯塑料袋的纤维板桶包装。每袋（桶）净重50kg。包装袋（桶）上应有明显的“防潮”标志和生产厂名、厂址、产品名称、商标、等级、净重、批号或生产日期。②应贮存在通风、干燥的库房内。包装容器必须密封、防止受潮。与潮解性物品分开堆放。运输过程中注意防雨淋和烈日曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 山东海化集团有限公司，渤海化工集团公司天津碱厂，青岛华东制钙有限公司，潍坊滨海泉成化工厂，青岛碱业股份有限公司。

Ae017 工业二水氯化钙

【别名】 雪种；冰钙

【英文名】 calcium chloride dehydrate

【结构式】 $CaCl_2 \cdot 2H_2O$

【分子量】 147.02

【物化性质】 无色结晶，一般工业产品为白色、灰白色或稍带黄色结晶，味苦而涩，潮解性强。相对密度1.835。易溶于水，其水溶液呈中性或微碱性，具有腐蚀性。溶于醇，不溶于醚。加热至260℃时脱水变成无水物。其他化学性质与无水氯化钙相似。

【质量标准】 国家标准 GB/T 26520—2011

项目	二水氯化钙	
	Ⅰ型	Ⅱ型
氯化钙($CaCl_2$)含量(质量分数)/% ≥	77.0	74.0
碱度[以$Ca(OH)_2$计](质量分数)/% ≤	0.20	
总碱金属氯化物(以NaCl计)(质量分数)/% ≤	5.0	
水不溶物(质量分数)/% ≤	0.15	
铁(Fe)(质量分数)/% ≤	0.006	
pH值	7.5～11.0	
总镁(以$MgCl_2$计)(质量分数)/% ≤	0.5	
硫酸盐(以$CaSO_4$计)(质量分数)/% ≤	0.05	

【用途】 用作冷冻剂（如冷冻机用冷冻盐水、制冰和制冰棒时用冷冻盐水）、防冻剂、汽车防冻液、灭火剂。用于熔冰和熔雪，棉织物的整理和精加工的阻燃剂。用作胶黏剂和木材防腐剂。是制造无水氯化钙的原料。用于墙壁粉刷及抹灰作业中，增加凝结能力。橡胶生产用作凝析剂。混合淀粉糊用作上胶剂。还用于有色金属冶炼。用作医药品。

【制法】

（1）纯碱废液回收法　将氨碱法纯碱生产中的蒸馏废液（含氯化钙100g/L、氯化钠43～50g/L等），经净化、澄清后，在多效蒸发器中蒸发，当氯化钙含量达40%左右时，溶液中的氯化钠几乎全部沉

淀，经离心分离后，可返回作纯碱生产原料，也可制成精制盐。分离出氯化钠后的母液，经澄清后送入蒸发器（可用升膜蒸发器和降膜蒸发器）继续蒸发浓缩，使氯化钙含量达 70% 左右，注入包装桶，冷凝，制得二水氯化钙成品。

（2）盐酸石灰石粉法　将 31% 盐酸和石灰石粉（含碳酸钙>95%）按 2.2∶1 的配比加入反应器，在搅拌下进行反应生成酸性氯化钙溶液，送入带搅拌的澄清槽内，再加入石灰乳，使溶液 pH 值为 8.5～9，这时氢氧化铁、氢氧化镁沉淀析出，经澄清、过滤除去杂质。净化后的中性氯化钙溶液经预热后，在蒸发器内蒸发至 172～174℃，经冷却结晶，制得二水氯化钙成品，其反应式如下：

$$CaCO_3+2HCl+H_2O \longrightarrow CaCl_2 \cdot 2H_2O+CO_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：参见无水氯化钙。

包装及贮运：①块状二水氯化钙用中开口铁桶包装，每桶净重 200kg；铁桶用压盖形式封口，用压盖钳压牢，无泄漏现象。片状二水氯化钙用内衬塑料袋的编织袋包装，每袋净重 25kg 或 50kg。②包装袋（桶）上应有明显的“怕湿”标志和生产厂名、厂址、产品名称、商标、等级、净重、批号或生产日期。③应贮存在通风、干燥的库房内。包装容器必须密封、防止受潮。与潮解性物品分开堆放。运输过程中注意防雨淋和烈日曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 山东海化集团有限公司氯化钙厂，青岛碱业股份有限公司，唐山三友碱业（集团）有限公司，渤海化工集团公司天津碱厂，浙江大成钙业有限公司。

Ae018 六水氯化钙

【英文名】 calcium chloridehexahydrate

【结构式】 $CaCl_2 \cdot 6H_2O$

【分子量】 219.08

【物化性质】 白色六方结晶，一般工业产品为白色或灰白色结晶。熔点 29.92℃，相对密度 d^{25} 1.71。加热到 30℃ 时失去 4 个结晶水，继续加热至 200℃ 时失去 6 个结晶水变成无水物。易溶于水和醇，水溶液呈中性。潮解性强。

【用途】 用作制冷载体和作防冻剂，能加速混凝土的硬化和增加建筑砂浆的耐寒能力。用作防腐剂。用于棉织物的整理和精加工的阻燃剂等。

【制法】 盐酸石粉法：将 31% 盐酸和石灰石粉按 2.2∶1 的配比加入反应器，在搅拌下进行反应生成氯化钙溶液，送入带搅拌的澄清槽内，再加入石灰乳，使溶液 pH 值为 8.5～9，这时析出氢氧化铁、氢氧化镁沉淀，经澄清、过滤除去杂质，净化后的氯化钙溶液，经蒸发浓缩至相对密度为 1.37 时，冷却至室温下析出结晶，经离心分离，制得六水氯化钙成品。其反应式如下：

$$CaCO_3+2HCl+5H_2O \longrightarrow CaCl_2 \cdot 6H_2O+CO_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：参见工业无水氯化钙。

包装及贮运：参见工业二水氯化钙。

【生产单位】 常州市启迪化工有限公司，山东海化集团有限公司，渤海化工集团公司天津碱厂，浙江大成钙业有限公司。

Ae019 氯化钴

【别名】 氯化亚钴；二氯化钴

【英文名】 cobaltous chloride

【结构式】 $CoCl_2 \cdot 6H_2O$

【分子量】 237.93

【物化性质】 红色单斜晶系结晶。相对密

度 1.924，熔点 86℃。在室温下稳定，遇热变成蓝色，在潮湿空气中放冷又变为红色。易溶于水，溶于乙醇、丙酮和乙醚。其水溶液加热或加浓盐酸、氯化物或有机溶剂变为蓝色。将水溶液加热至沸腾，再加入氨水就会生成氯化钴的碱式盐。溶液遇光也呈蓝色。在 30～35℃ 结晶开始风化并浊化，在 45～50℃ 下加热 4h 几乎完全变成四水氯化钴。加热至 110～120℃ 时完全失去 6 个结晶水变成无水氯化钴。有毒!

【质量标准】 国家标准《精制氯化钴》GB/T 26525—2011

项目		指标	
		优等品	一等品
外观		红色或红紫色结晶	
钴(Co)质量分数/%	≥	24.5	24.0
镍(Ni)质量分数/%	≤	0.0010	0.0050
锌(Zn)质量分数/%	≤	0.0010	0.0050
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.0010	0.0050
铜(Cu)质量分数/%	≤	0.0010	0.0050
铅(Pb)质量分数/%	≤	0.0010	0.0050
镉(Cd)质量分数/%	≤	0.0010	0.0050
锰(Mn)质量分数/%	≤	0.0010	0.0050
镁(Mg)质量分数/%	≤	0.0050	0.050
钙(Ca)质量分数/%	≤	0.0050	0.050
铬(Cr)质量分数/%	≤	0.0010	0.0020
汞(Hg)质量分数/%	≤	0.0005	0.0010
水不溶物质量分数/%	≤	0.005	0.010
油分质量分数/%	≤	0.0005	0.0010

【用途】 用于电镀。用作玻璃和陶瓷着色剂、涂料催干剂、氨的吸收剂。制造钴催化剂，制造变色硅胶干湿指示剂，制造隐显墨水。用作啤酒泡沫稳定剂。畜牧业配制复合饲料，作为钴的补充剂。

【制法】

(1) 金属钴法 将盐酸加入反应器中，再逐渐加入金属钴，使其溶解并加热至 80℃ 进行反应，并视金属钴溶解情况适当地加入硝酸，把生成的氯化钴溶液用过氧化氢净化除铁，必要时加入碳酸钠或氨水调节，以保证净化完全。经净化后的氯化钴溶液用盐酸调节至 pH2～3。经过滤、蒸发至沸腾，冷却结晶、离心分离、干燥，制得氯化钴成品。其反应式如下：

$$Co+2HCl \longrightarrow CoCl_2+H_2\uparrow$$

(2) 含钴废料法 将含钴废料加入硝酸、盐酸溶解，加入硫化钠转化成 $NiS \cdot CoS$。经通入空气氧化得到 $NiSO_4 \cdot CoSO_4$，加入烧碱，通入氯气，分离得到氢氧化钴和硫酸镍溶液，将氢氧化钴加入盐酸进行反应生成氯化钴，过滤后水洗，得到粗制氯化钴，加入过氧化氢精制，再经蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离、干燥，制得氯化钴成品。其反应式如下：

$$Co(OH)_2+2HCl \longrightarrow CoCl_2+2H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：LD_{50} 80mg/kg（大鼠，经口）。本品不燃，有毒，具刺激性、致敏性。吸入氯化钴的粉尘，对呼吸道有刺激性。长期吸入引起严重肺疾患。敏感个体吸入本品粉尘可致肺部阻塞性病变，出现气短等症状。粉尘对眼有刺激性，长期接触可致眼损伤。对皮肤有致敏性，可致皮炎，出现大量的散在的红色丘疹和小结节、水肿；有时表面形成溃疡。摄入引起恶心、呕吐、腹泻；大量摄入引起急性中毒，引起血液、甲状腺和胰脏损害。如一天内进入体内 500mg 时，引起食欲不振、呕吐、腹泻、面部和四肢发红。

皮肤接触者，脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗；眼睛接触者，立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15min，就医；误吸者，脱离现场至空气新鲜处，如呼吸困难，给输氧，就医；误食者，饮足量温水，催吐，洗胃，导泄，就医。

生产工人应穿工作服、戴防毒口罩，避免产生粉尘。避免与碱金属接触。防止

粉尘吸入损伤呼吸器官，戴防护手套等劳保用品，生产设备要密闭，车间通风良好。

包装及贮运：①用内衬塑料袋封口的塑料编织袋包装，每袋净重50kg；外销用内衬塑料袋封口的铁桶包装，每桶净重50kg。液体用塑料桶包装，每桶净重50kg。饲料级氯化钴用玻璃瓶包装，每瓶净重0.5kg。装入木箱集装运输。②起运时包装要完整，装载应稳妥。运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与碱金属、食用化学品、有毒物品等混装混运。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。装卸时要小心轻放，防止包装破裂。车辆运输完毕应进行彻底清扫。③应贮存在阴凉、通风、干燥、避光的库房内。失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。消防人员必须穿全身防火防毒服，在上风向灭火。灭火时尽可能将容器从火场移至空旷处。

【生产单位】 河北雄威化工股份有限公司，浙江慈溪市飞兰有色金属有限公司，浙江嘉利珂钴镍材料有限公司，赣州钴钨有限责任公司。

Ae020 氯化铜

【别名】 二氯化铜；氯化高铜

【英文名】 cupric chloride dehydrate

【结构式】 $CuCl_2 \cdot 2H_2O$

【分子量】 170.47

【物化性质】 蓝绿色单斜晶系结晶或粉末。相对密度2.54。在潮湿空气中易潮解，在干燥空气中易风化。易溶于水，溶于醇和氨水、丙酮。其水溶液呈弱酸性。加热至100℃失去2个结晶水。从氯化铜水溶液生成结晶时，在26～42℃得到二水物，在15℃以下得到四水物，在15～25.7℃得到三水物，在42℃以上得到一水物，在100℃得到无水物。本身不能燃烧。遇钾、钠剧烈反应。有毒！

【质量标准】 国家标准GB/T 15901—1995（试剂级）

指标名称		指标	
氯化铜($CuCl_2 \cdot 2H_2O$)/%	≥	99.0	98.0
水不溶物/%	≤	0.005	0.02
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)/%	≤	0.003	0.01
硝酸盐(NO_3^-)/%	≤	0.01	0.03
砷(As)/%	≤	0.0002	0.0005
铁(Fe)/%	≤	0.002	0.005
镍(Ni)/%	≤	0.001	—
硫化氢不沉淀物（以硫酸盐计)/%	≤	0.05	0.2

【用途】 可用作有机化学反应催化剂。电镀工业用作电镀槽增加铜离子添加剂。用作玻璃、陶瓷着色剂。石油工业脱臭、脱硫和纯化剂。印染的媒染剂和染料着色剂。用于金属冶炼，照相制版作腐蚀剂，木材防腐。用作杀虫剂、净水消毒剂、鱼饲料的添加剂。

【制法】 将一定量的氧化铜逐渐加入盛有盐酸的反应器中，边搅拌边加入进行酸解反应，生成氯化铜。当反应溶液的pH值为2、浓度为35～37°Bé时，反应完成，经静置澄清，在清液中加入次氯酸钠，使二价铁氧化成三价铁，水解过滤除去。滤液经蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离，在60～70℃下干燥，制得氯化铜成品，其反应式如下：

$$CuO + 2HCl \longrightarrow CuCl_2 + H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：大鼠经口 LD_{50}：140mg/kg。本品不燃，有毒，具有腐蚀性，可致人体灼伤。氯化铜对眼、皮肤和呼吸道有刺激性。遇热产生铜烟尘，吸入引起金属烟雾热。口服引起出血性胃炎及肝、肾、中枢神经系统损害及溶血等，重者死于休克或肾衰。皮肤接触者，用大量流动清水

冲洗；眼睛接触者，立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗；误吸者，脱离现场至空气新鲜处，如呼吸困难，给输氧。误食者，用 0.1% 亚铁氰化钾洗胃，给饮牛奶或蛋清，就医。生产人员要穿工作服，戴口罩、手套等劳保用品，生产设备密闭，车间通风良好。下班后要洗淋浴。

包装及贮运：①危规编号：其他腐蚀品，GB 8.3 类 83503。UN No. 2802。②用内衬塑料袋的铁桶或塑料编织袋包装，每桶（袋）净重 50kg。包装上应有明显的"有毒品"标志。③运输过程中要防雨淋和日晒。装卸时要小心轻放，防止包装破裂而潮解。④属无机有毒品。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。远离火种、热源。防止阳光直射。包装必须密封，注意防潮，不得露天堆放。不可与食用物品及钠、钾等活性金属共贮混运。

失火时，可用水、砂土、各种灭火器扑救。消防人员必须穿全身耐酸碱消防服。灭火时尽可能将容器从火场移至空旷处。然后根据着火原因选择适当灭火剂灭火。

【生产单位】 上海贵稀金属提炼厂，上海勤工无机盐有限公司，汕头西陇化工有限公司，上海华亭化工厂有限公司。

Ae021 氯化亚铜

【英文名】 cuprous chloride

【结构式】 CuCl

【分子量】 99.00

【物化性质】 白色立方结晶或白色粉末。相对密度 4.14，熔点 430℃，沸点 1490℃。微溶于水，溶于浓盐酸和氨水生成络合物，不溶于乙醇。在干燥空气中稳定，受潮则易变蓝到棕色。熔融时呈铁灰色，露置空气中迅速氧化成碱式盐，呈绿色。遇光变成褐色。在热水中迅速水解生成氧化铜水合物而呈红色，与强酸缓慢反应，能吸收一氧化碳而生成复合物（$CuCl \cdot CO \cdot H_2O$）。有毒！

【质量标准】 国家标准 GB/T 27562—2011

指标名称		指标		
		优等品	一等品	合格品
氯化亚铜（CuCl）质量分数/%	≥	98.5	98.0	97.0
二价铜（以 $CuCl_2$ 计）质量分数/%	≤	0.6	0.8	1.0
酸不溶物质量分数/%	≤	0.02	0.03	0.1
铁（Fe）质量分数/%	≤	0.0035	0.005	0.005
硫酸盐（以 SO_4^{2-} 计）质量分数/%	≤	0.05	0.1	0.23

【用途】 在染料生产中除生产苯胺染料、酞菁蓝、酞菁绿、活性翠绿颜料起铜盐络合作用外，还用作缩合剂、催化剂和还原剂。有机合成工业中用作催化剂，如生产丙烯腈等，石油工业的脱硫剂和脱色剂。硝化纤维素的脱硝剂。用作杀虫剂、防腐剂。还用于冶金、电镀、医药。制造电池。在工业气体分析中用作氧和一氧化碳的吸收剂。

【制法】

（1）铜丝空气氧化法　将废铜丝加入反应器中，与一定浓度的食盐-盐酸料液相互作用，在 60～70℃缓慢通入空气进行氧化，直至反应溶液中盐酸含量达 10～15g/L。静置澄清，上部氯化亚铜-氯化钠清液水解后，生成氯化亚铜沉淀，经过滤、用盐酸和乙醇洗涤，在 60～80℃下干燥，制得氯化亚铜成品。其反应式如下：

$$2Cu + 2HCl + 2NaCl \xrightarrow{[O_2]} 2Na[CuCl_2] + H_2O$$

$$Na[CuCl_2] \xrightarrow{H_2O} CuCl + NaCl$$

（2）硫酸铜法　将硫酸铜和食盐加入反应器中进行复分解反应，生成氯化铜和硫酸钠，过滤除去硫酸钠，在滤液中加入亚硫酸钠进行还原反应，生成氯化亚铜沉淀和氯化钠，过滤除去氯化钠，用乙醇洗涤后，在60～80℃下干燥，制得氯化亚铜成品。其反应式如下：

$$CuSO_4 + 2NaCl \longrightarrow CuCl_2 + Na_2SO_4$$

$$2CuCl_2 + Na_2SO_3 \longrightarrow 2CuCl + 2NaCl + SO_3 \uparrow$$

还原反应过程中产生的三氧化硫，用纯碱水溶液吸收生成硫酸钠。

【安全性】

毒性及防护：对皮肤有强刺激性，粉尘使皮肤发痒起泡，刺激眼睛流泪。如不慎溅到皮肤上或眼睛里，应立即用大量清水冲洗，严重者及时就医。生产操作人员要穿工作服、戴防护口罩、橡胶手套等防护用具。生产设备要密闭，车间通风良好，下班后洗淋浴，注意保护皮肤、呼吸器官。

包装及贮运：①工业氯化亚铜采用三层包装，外包装采用三层复合纸袋，内衬两层聚乙烯薄膜袋，其中一层必须为黑色聚乙烯薄膜袋。内包装必须封口严紧，复合纸袋包装采用缝包机封口。每袋净含量为35kg或50kg。外包装上应有牢固清晰的标志，内容包括：生产厂名、厂址、产品名称、商标、等级、净含量、生产日期或批号，以及明显的“有毒品”、“怕湿”标志。②属无机有毒品。应贮存在阴凉、通风、干燥、避光的库房内。包装必须密封，防止受潮。不得与食用物品和氧化剂共贮混运。运输过程中要防雨淋和日晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损而潮解。保存期三个月。

失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】　北京马氏精细化学品有限公司，吉化集团吉林市防腐材料厂，上海贵稀金属提炼厂，上海绿源精细化工厂，大连宇山化工有限公司，重庆市花溪化工厂。

Ae022 无水三氯化铁

【英文名】　ferric chloride anhydrous

【结构式】　$FeCl_3$

【分子量】　162.21

【物化性质】　黑棕色六方晶系结晶。也有薄片状。在透射光线下呈石榴红色，反射光线下呈金属绿色。相对密度2.898，熔点306℃，分解温度315℃，相对蒸气密度5.61。易溶于水、甲醇、乙醇、丙酮和乙醚。溶于液体二氧化硫、三溴化磷、三氯氧磷、乙胺、苯胺，微溶于二硫化碳，不溶于甘油。其水溶液呈酸性，有腐蚀性。水解后生成棕色絮状氢氧化铁，有极强凝聚力。在空气中易潮解，吸湿性强。能生成2、2.5、3.5、6四种水合物。为强氧化剂，与铜、锌等金属能发生氧化还原反应。与许多溶剂生成络合物。与亚铁氰化钾反应，生成深蓝色普鲁士蓝。与硫化氢反应，可被还原成二氯化铁，同时析出单质硫。

【质量标准】

1. 国家标准《工业三氯化铁（固体）》GB/T 1621—2008

项目	指标(无水氯化铁)	
	一等品	合格品
外观	褐绿色晶体	
氯化铁($FeCl_3$)质量分数/% ≥	96.0	93.0
氯化亚铁($FeCl_2$)质量分数/% ≤	2.0	4.0
不溶物质量分数/% ≤	1.5	3.0
游离酸(以 HCl 计)质量分数/% ≤	—	—
密度(25℃)/(g/cm³) ≥	—	—

2. 国家标准《水处理剂三氯化铁

(固体)》GB 4482—2006

项目	指标(净水剂)(固体)	
	Ⅰ类	Ⅱ类
外观	褐色晶体	
氯化铁($FeCl_3$)的质量分数/% ≥	96.0	93.0
氯化亚铁($FeCl_2$)的质量分数/% ≤	2.0	3.5
不溶物的质量分数/% ≤	1.5	3.0
游离酸(以 HCl 计)的质量分数/% ≤	—	—
砷(As)的质量分数/% ≤	0.0004	
铅(Pb)的质量分数/% ≤	0.002	
汞(Hg)的质量分数/% ≤	0.00002	
镉(Cd)的质量分数/% ≤	0.0002	
铬[Cr(Ⅵ)]的质量分数/% ≤	0.001	

【用途】 主要用作饮用水的净水剂和废水的处理剂。印染工业用作靛蓝染料染色时的氧化剂和印染媒染剂;有机合成二氯乙烷等生产的催化剂;照相和印刷制版的刻蚀剂;玻璃器皿的热态着色剂;提取金、银、铜的氧化浸取剂;制造磷酸铁等铁盐、医药、颜料和墨水的原料;在建筑混凝土中渗入其溶液后能增加建筑物强度、抗腐蚀性和防止渗水;用于电子工业线路板及荧光数字筒生产;生产肥皂的废液回收甘油时的凝聚剂;还用作化学分析试剂等。

【制法】 铁屑氯化法:将废铁屑放入钢制立式反应炉内进行氯化。反应炉上部为预热段,内衬耐火材料;下部为反应段,有水冷夹套。废铁屑(丝)从顶部加入,与逆流而上的氯气在下部反应段进行反应。生成的三氯化铁蒸气和尾气由顶部排出,进入冷凝捕集器中冷凝为固体结晶,经搅拌器从冷凝捕集器壁上刮下,制得无水三氯化铁成品。其反应式如下:

$$2Fe+3Cl_2 \longrightarrow 2FeCl_3$$

尾气中含有少量未反应的游离氯和三氯化铁,用氯化亚铁溶液吸收氯气,得到三氯化铁溶液。生产操作中,因三氯化铁蒸气与空气中水分接触后强烈发热,并放出盐酸气,因此管道和设备要密封良好,整个系统须在负压下操作。

【安全性】

毒性及防护:LD_{50} 900mg/kg(大鼠,经口);LD_{50} 440mg/kg(小鼠,经口)。三氯化铁有腐蚀性,且高温时放出有毒的烟雾。吸入本品粉尘对整个呼吸道有强烈腐蚀作用,损害黏膜组织,引起化学性肺炎等。对眼有强烈腐蚀性,重者可导致失明。皮肤接触可致化学性灼伤。口服灼伤口腔和消化道,出现剧烈腹痛、呕吐和虚脱。慢性影响:长期口服有可能引起肝肾损害。眼睛受刺激或皮肤接触须用大量清水冲洗。生产操作人员和装卸搬运人员要穿工作服、戴防护眼镜、橡胶围裙,戴乳胶手套等劳保用品,防止与皮肤接触。生产设备要密闭,车间通风良好。

职业接触限值:TLVTN 1mg(Fe)/m^3(ACGIH)。

包装及贮运:①酸性腐蚀品。危规编号:GB 8.1 类 81513。UN No.1773。②包装形式:a.内衬塑料袋或两层牛皮纸袋的全开口或中开口钢桶;b.内衬塑料袋或两层牛皮纸袋外纤维板桶、胶合板桶、硬纸板桶;c.内衬塑料袋外塑料桶(固体);用内衬塑料袋封口的铁桶或硬质纤维板桶或聚乙烯塑料桶包装时,每桶净重 50kg。包装桶上应涂刷“腐蚀性物品”和“防潮”标志。③在运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要轻拿轻放,避免冲击,防止包装破损而受潮。④应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。不宜露天堆放。不得与有毒物品、强氧化剂、钾、钠等共贮混运。

失火时，可用砂土和泡沫灭火器扑救，不可用水扑救。

【生产单位】 安徽氯碱化工集团有限责任公司，青岛海晶集团化工有限公司，上海裕立实业有限公司。

Ae023 液体三氯化铁

【英文名】 ferric chloride solution

【结构式】 $FeCl_3$

【分子量】 162.21

【物化性质】 红棕色液体。相对密度1.42。易与水混溶，水溶液呈酸性，对金属有氧化腐蚀作用。三氯化铁水溶液稀释时，水解后生成氢氧化铁沉淀，有极强凝聚力。

【质量标准】

1. 国家标准《水处理剂（液体）三氯化铁》GB 4482—2006

项目		指标(净水剂)	
		Ⅰ类	Ⅱ类
外观		红褐色溶液	
氯化铁($FeCl_3$)的质量分数/%	≥	41.0	38.0
氯化亚铁($FeCl_2$)的质量分数/%	≤	0.30	0.40
不溶物的质量分数/%	≤	0.50	0.50
游离酸(以 HCl 计)的质量分数/%	≤	0.40	0.50
砷(As)的质量分数/%	≤	0.0002	
铅(Pb)的质量分数/%	≤	0.001	
汞(Hg)的质量分数/%	≤	0.00001	
镉(Cd)的质量分数/%	≤	0.0001	
铬[Cr(Ⅵ)]的质量分数/%	≤	0.0005	

2. 国家标准《工业氯化铁（液体）》GB/T 1621—2008

项目		指标
外观		棕红色液体
氯化铁($FeCl_3$)质量分数/%	≥	38.0
氯化亚铁($FeCl_2$)质量分数/%	≤	0.4
不溶物质量分数/%	≤	0.5
游离酸(以 HCl 计)质量分数/%	≤	0.5
密度(25℃)/(g/cm^3)	≥	1.4

【用途】 用作饮水的净水剂和废水的处理净化沉淀剂。用于印刷电路作刻蚀剂。

【制法】 盐酸法：将盐酸和铁屑加入反应器中进行反应，生成二氯化铁溶液，经澄清，把氯气通入清液进行氯化反应，生成三氯化铁溶液，再经澄清，制得三氯化铁溶液成品。其反应式如下：

$$Fe+2HCl \longrightarrow FeCl_2+H_2\uparrow$$

$$2FeCl_2+Cl_2 \longrightarrow 2FeCl_3$$

【安全性】

毒性及防护：参见无水三氯化铁。

包装及贮运：①酸性腐蚀品。危规编号：GB 8.1 类 81513。UN No. 2582。②三氯化铁溶液用专用钢铁槽车或玻璃钢专用槽车、食品级聚乙烯塑料桶包装，每桶净重 50kg，或用专用陶瓷坛包装。如用耐酸坛装，外套柳条筐或半透笼木箱，每坛净重 30～35kg。亦可用塑料槽车输送。包装容器应有明显的“净水剂”或“工业品”字样、“腐蚀性物品”标志。③应贮存在专用钢铁贮罐或槽车中，不宜露天堆放。不得与有毒物品共贮混运。运输过程中要防雨淋和日晒。装卸时不能倒放，避免包装震动或撞击，以免容器破裂渗漏。

失火时，可用砂土、泡沫灭火器扑救。

【生产单位】 成都化工股份有限公司，福州锐胜环境技术有限公司。

Ae024 无水氯化亚铁

【别名】 无水二氯化铁

【英文名】 ferrous chloride anhydrous

【结构式】 $FeCl_2$

【分子量】 126.750

【物化性质】 白色或淡绿色立方结晶或鳞片状结晶。易吸湿，暴露在空气中易被氧化生成氯化铁而渐变成黄色或红褐色。相对密度 d_4^{25} 3.162，熔点 677℃，沸点

1023℃。熔化热 43.01kJ/mol，在氯化氢气流中约 700℃升华。易溶于水、甲醇、乙醇，微溶于丙酮及苯，不溶于乙醚，其水溶液可发生轻度水解。二氯化铁与碱金属的氯化物、氨等能生成络合物；其水合物有 1、2、4、6 四种，在空气中加热水合物至 250℃时可分解为氧化铁和氯化氢。

【质量标准】 化工行业标准《工业氯化亚铁》HG/T 4200—2011

项目		指标(固体)		
		水处理用	电镀用	其他工业用
氯化亚铁($FeCl_2$)质量分数/%	≥	60	62	60
酸不溶物质量分数/%	≤	0.5	0.1	0.5
游离酸(以 HCl 计)质量分数/%	≤	0.5	0.3	0.5
砷(As)质量分数/%	≤	0.0005	0.0005	—
铅(Pb)质量分数/%	≤	0.004	0.004	
汞(Hg)质量分数/%	≤	0.00002	—	—
镉(Cd)质量分数/%	≤	0.0005	0.0005	—
铬(Cr)质量分数/%	≤	0.01	0.005	—
锌(Zn)质量分数/%	≤	0.015	0.01	
铁(Fe)质量分数/%	≤	—	0.05	—
铜(Cu)质量分数/%	≤		0.005	—
锰(Mn)质量分数/%	≤	—	0.10	—

【用途】 用作织物印染的媒染剂和染料制造的还原剂；用于制造三氯化铁和铁系催化剂；还可用于冶金、医药和照相等行业。

【制法】

(1) 氯化法 将金属铁加热，通入氯气，生成无水氯化亚铁，反应式如下：

$$Fe + Cl_2 \longrightarrow FeCl_2$$

(2) 还原法 将无水三氯化铁通入干燥的氢气，加热，制得无水氯化亚铁，其反应式如下：

$$2FeCl_3 + H_2 \longrightarrow 2FeCl_2 + 2HCl$$

生成的氯化氢气体用水吸收后可制成稀盐酸。

【安全性】

毒性及防护：本品食入有害，可刺激眼睛，并可严重危害眼睛。遇火可产生有害蒸气。如与皮肤接触，应用大量清水冲洗，如不慎进入眼睛，应立即提起眼帘，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗，并及时就医。误食时，应给饮大量温水催吐，就医。生产和使用过程中，操作人员应佩戴防尘过滤器、防护眼镜、胶布防毒衣和手套等，设备应密闭操作，局部通风，避免产生和吸入其粉尘。工作现场禁止吸烟、饮水和进食。工作完毕，淋浴更衣。

包装及贮运：①用内衬聚乙烯塑料袋封口的铁桶，或聚乙烯塑料桶包装，每桶净重 25kg，或用聚乙烯塑料瓶包装，每瓶净重 0.5kg 或 1kg，再集中于木箱内衬垫料。②贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。不得与有毒物品共贮混运。在运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。搬运时要轻装轻卸，防止包装破损。

失火时，用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 北京万水净水剂有限公司，曲阜市天昊化工助剂有限公司，上海市宝山区合众化工厂，惠州市斯瑞尔环境化工有限公司。

Ae025 氯化氢

【英文名】 hydrogen chloride

【结构式】 HCl

【分子量】 36.46

【物化性质】 常温为无色气体，在−85℃时液化成无色液体，在−112℃时变成白色的结晶。熔点−114.8℃，沸点−84.9℃，相对密度 $d^{-84.9}$ 1.187。易溶于水、乙醇，溶于乙醚、苯。与各种有机物容易进行反应。剧毒！

【质量标准】 国家标准《电子工业用气体 氯化氢》GB/T 24469—2009

项目		指标
氯化氢纯度/%	≥	99.9944
二氧化碳含量/10^{-6}	≤	2.0
氮含量/10^{-6}	≤	2.0
氧＋氩含量/10^{-6}	≤	1.0
烃类含量/10^{-6}	≤	1.0
水含量/10^{-6}	≤	1.0

注：1. 本指标系瓶装产品的气体质量指标，保证期2年。

2. 表中纯度和含量系体积分数。

【用途】 用于制造医药品的原料、染料中间体、无机盐化合物、增塑剂原料的制造。用于制造氯乙烯等合成树脂，制造氯乙烷、氯代甲烷、半导体的精制。用于制造盐酸。

【制法】 盐酸法：将由盐酸合成塔制造的35%盐酸送入无水氯化氢发生装置，发生氯化氢气体，经冷却脱湿，进一步导入干燥塔进行脱湿干燥精制后，通过压缩机压缩，经液化器冷却液化后，放入贮槽贮存，再压入钢制高压气体容器中。

【安全性】

毒性及防护：氯化氢气体刺激性强，能严重刺激眼睛、呼吸道黏膜。当浓度达到35×10^{-6}时，短时间接触可出现咽喉痛、咳嗽、窒息感、胸部压迫感；$(50\sim100)\times10^{-6}$时经受不住1h以上；高浓度时会引起喉痉挛和肺水肿，并可导致眼睑部皮肤剧烈疼痛。如发生事故，应立即将受伤者移到新鲜空气处输氧，清洗眼睛和鼻，并用2%的苏打水漱口，严重者送医院治疗。环境最高容许浓度为5mg/m³。

操作人员工作时要穿耐酸工作服（热天可选丝织品或纯涤纶织物，冬天可选用毛织品），戴防护眼镜、防毒面具、橡胶手套、袖套、围裙，穿长筒胶靴，以保护呼吸器官和皮肤。生产设备要密闭，车间通风要良好。工作人员每半年应体检一次。

包装及贮运：①危规编号：不燃气体，GB 2.2 类 22022。UN No. 1030。②用外涂灰色钢制高压气体钢瓶包装，每瓶净重1kg、5kg、25kg、500kg。钢瓶外涂有明显的“氯化氢”及“有毒压缩气体”标志。③应贮存于阴凉、通风良好的仓库内，竖直存放。经常用浓氨水检测有无泄漏（泄漏时有白色烟雾产生），检测时应戴防毒面具。严禁与氧化剂、食用化学品同贮共运。运输过程中防雨淋、防日晒。搬运时轻拿轻放，严禁猛烈撞击。

失火时，消防人员应穿戴全身防护服，首先关闭火场中的钢瓶阀门，并用水喷淋保护去关闭阀门的人员。火场附近的钢瓶应用水降温冷却。

【生产单位】 大连光明特种气体有限公司，大连大特气体有限公司，上海氯碱化工股份有限公司电化厂，新疆天业股份有限公司，大连安瑞森特种气体有限公司。

Ae026 盐酸羟胺

【别名】 盐酸胲；氯化羟胺

【英文名】 hydroxylamine hydrochloride

【结构式】 $NH_2OH\cdot HCl$

【分子量】 69.49

【物化性质】 无色或白色单斜晶系结晶。相对密度1.67（17℃），熔点151℃，常

温下较稳定，加热高于 151℃时则分解。易溶于水，溶于乙醇、甘油，不溶于乙醚。吸湿性强，受潮后逐渐分解，放出腐蚀性、刺激性的烟雾。具有较强的还原性，有腐蚀性。

【质量标准】 化工行业标准《工业用盐酸羟胺》HG/T 3736—2013

项目	指标	
	优等品	一等品
外观	白色细颗粒结晶	
盐酸羟胺($HONH_2 \cdot HCl$)质量分数/% ≥	99.0	98.0
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/% ≤	0.005	0.02
重金属(以 Pb 计)质量分数/% ≤	0.0003	0.0005
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.0003	0.0005
干燥减量质量分数/% ≤	0.30	0.40

【用途】 本品用作还原剂和显像剂，广泛用作医药中间体，有机合成中用于制备肟、磺胺类药物，如新诺明、抗癌药物、羟基脲、罗红霉素、甲基睾丸素、去氢表雄酮、萘普生、农药等，在电分析中用作去极剂，合成橡胶中用作不着色的短期中止剂等。制造染料靛红中间体。还用于脂肪酸和肥皂作防老剂。

【制法】 首先在合成釜中加入一定量的水和亚硝酸钠，分次加入定量的焦亚硫酸钠，然后用硫酸酸化。酸化后的料液送入水解釜，加入丙酮，然后再加入液碱中和。把中和液吸入蒸馏釜，蒸馏出丙酮肟。将丙酮肟和一定配比的盐酸加入成盐浓缩釜中进行反应，生成盐酸羟胺和丙酮。丙酮回收供水解用。盐酸羟胺溶液经浓缩、冷却结晶、离心分离、干燥，制得盐酸羟胺成品。其反应式如下：

$$Na_2S_2O_5 + H_2O \longrightarrow 2NaHSO_3$$

$$NaNO_2 + 2NaHSO_3 \longrightarrow HON(SO_3Na)_2 + NaOH$$

$$NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow NaHSO_4 + H_2O$$

$$HON(SO_3Na)_2 + (CH_3)_2CO + H_2O \longrightarrow (CH_3)_2CNOH + 2NaHSO_4$$

$$(CH_3)_2CNOH + HCl + H_2O \longrightarrow NH_2OH \cdot HCl + (CH_3)_2CO$$

【安全性】

毒性及防护：本品不燃，有毒。受高热时分解，放出腐蚀性、刺激性的烟雾（氯化氢和氧化氮）。如不慎溅到皮肤上或眼睛里，应立即用大量清水冲洗；吸入本品时，应立即脱离现场至空气新鲜处，必要时给吸氧；误食时，饮足量温水，催吐，并及时就医。操作人员操作时应佩戴自吸过滤式防尘口罩，戴化学安全防护眼镜，穿防毒物渗透工作服，戴乳胶手套。生产设备应密闭操作，注意通风。避免产生粉尘，避免与氧化剂接触。失火时，可用水、砂土或各种灭火器扑救。

包装及贮运：①用内衬聚乙烯塑料袋、外层用聚丙烯编织袋或纸塑袋或纸桶包装，每袋净重 25kg，每桶 25kg 或 50kg。包装上应有明显的“防潮”标志。②贮存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒，防潮。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损而受潮。严禁与氯化剂、酸、碱、胺类物质、食用化学品混贮混运。

失火时，可用水、砂土、各种灭火器扑救。

【生产单位】 山东宝源化工有限公司，苏州市吴赣化工有限责任公司，济南巨业化工有限公司，徐州万和化学工业有限公司，山东鲁光化工厂。

Ae027 无水氯化锂

【英文名】 lithium chloride anhydrous

【结构式】 LiCl

【分子量】 42.39

【物化性质】 白色立方结晶或粉末。易潮解。相对密度2.068（25℃），熔点605℃，沸点约1360℃。饱和蒸气压0.133kPa（547℃）。溶于水、乙醇、丙酮、氨水。水溶液呈中性或微碱性。

【质量标准】 国家标准《工业无水氯化锂》GB/T 10575—2007

牌号	LiCl(质量分数)/% ≥	杂质含量(质量分数)/% ≥								白度/% ≥
		Na	K	Fe_2O_3	$CaCl_2$	$MgCl_2$	SO_4^{2-}	H_2O	盐酸不溶物	
LiCl-T	99.3	0.003	0.001	0.0015	0.01	0.0024	0.002	0.40	0.003	60
LiCl-O	99.3	0.02		0.002	0.02	—	0.003	0.60	0.005	60
LiCl-1	99.0	0.25		0.002	0.02	—	0.01	0.80	0.01	60

【用途】 主要用于制冷剂，还可作助焊剂、干燥剂、化学试剂等，也用于制造焰火、干电池和金属锂等。

【制法】 盐酸法：将盐酸加入反应器中，将碳酸锂缓慢加入进行反应，生成氯化锂，经过滤后，将滤液蒸发浓缩析出结晶，再经冷却、迅速抽滤，制得无水氯化锂成品。其反应式如下：

$$Li_2CO_3+2HCl \longrightarrow 2LiCl+H_2O+CO_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：LD_{100} 3g/kg（小鼠，经口）。对眼睛、黏膜、皮肤、呼吸道具有强烈的刺激作用。中毒主要由于误服，病人出现无力、眩晕、恶心、呕吐、腹泻、抽搐、昏迷等。可经呼吸道吸收引起中毒。氯化锂能刺激皮肤和黏膜。本品属低毒类。对环境可能有危害，对水体可造成污染。生产人员应穿工作服，戴防护口罩、防护眼镜、乳胶手套等劳保用品，以保护呼吸器官和皮肤。生产设备要密闭，车间通风应良好。

包装及贮运：①用内衬聚乙烯塑料袋、中间衬牛皮纸袋的塑料编织袋缝口包装，或用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每袋(桶)净重20kg或40kg。外包装上应标明有“防潮”字样。②运输过程中要防雨淋。装卸时要小心轻放，防止包装破损。③应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。注意防潮。不可与强氧化剂、强酸共贮混运。

失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 新疆锂盐厂，四川国理锂材料有限公司，闻远（武汉）新材料有限公司，新疆有色金属研究所，新余市赣锋锂业有限公司。

Ae028 氯化汞

【别名】 升汞；猛汞；二氯化汞

【英文名】 mercuric chloride

【结构式】 $HgCl_2$

【分子量】 271.50

【物化性质】 无色斜方晶系结晶或白色粉末。相对密度5.44(25℃)，熔点276℃，沸点302℃，饱和蒸气压0.13kPa（136.2℃）。溶于热水，也溶于乙醇、乙醚、醋酸、吡啶等有机溶剂；微溶于冷水，难溶于二硫化碳。氯化汞水溶液几乎不解离，遇光或暴露于空气中分解生成氯化亚汞、氯化氢和氧气。常温下微量挥发。氯化汞加水分解，其水溶液呈酸性。遇氢氧化钠生成氯氧化汞黄色沉淀，与氨水作用生成白色氨基氯化汞沉淀，与过量的氨反应生成络合物 $[Hg(NH_3)_4]Cl_2$，

极毒！

【质量标准】 化工行业标准《化学试剂氯化汞》HG/T 3468—2000

指标名称	指标名称	
	分析纯	化学纯
氯化汞($HgCl_2$)/% ≥	99.5	99.0
澄清度试验	合格	合格
水不溶物/% ≤	0.01	0.03
灼烧残渣/% ≤	0.02	0.04
铁(Fe)/% ≤	0.0003	0.001

【用途】 制造氯化亚汞和其他汞盐的原料。用作干电池去极剂，制造聚氯乙烯等有机合成的催化剂。医药工业用作防腐剂，木材的防腐剂。还用于农药、涂料、制版、冶金和染色的媒染剂，还可作消毒剂和分析试剂。

【制法】 氯化法：首先将汞用硝酸洗涤、过滤后，加入反应器，与经过干燥的氯气（通入氯气必须预热）进行反应，同时比理论量超过70%～80%。反应生成的氯化汞气体，经过陶瓷冷却塔形成晶体，沉降到塔底，由出料口放出，制得氯化汞成品。其反应式如下：

$$Hg+Cl_2 \longrightarrow HgCl_2$$

过量的氯气和汞蒸气经旋风分离器分离后，用碱液吸收，得到副产品次氯酸钠液体。

【安全性】

毒性及防护：氯化汞为剧毒品。汞离子可使含巯基的酶丧失活性，失去功能；还能与酶中的氨基、二巯基、羧基、羟基以及细胞内的磷酰基结合，引起相应的损害。长期在空气中汞蒸气含量超过允许范围的环境下工作，能引起慢性中毒，出现记忆力减退、嗜睡、易疲劳、乏力、失眠、头昏等精神障碍。较重者出现手指和舌震颤。中毒后要洗胃，除饮用牛奶、蛋清外，1，2-二硫代丙三醇是较好的解毒剂。最高容许浓度0.1mg/m³。生产操作人员要穿工作服，戴防毒口罩或防毒面具、乳胶手套等劳保用品，保护呼吸器官和皮肤，下班后要洗淋浴。生产设备要密闭，车间要通风良好。慢性中毒者，要调离工作，给予滋补营养饮食，进行发汗疗法。工作现场禁止吸烟、进食和饮水。单独存放被毒物污染的衣服，洗后备用。保持良好的卫生习惯。

职业接触限值：中国 MAC 0.1mg/m³；TLVTN 0.1mg [Hg]/m³（皮）(ACGIH)。

包装及贮运：①危规编号：毒害品，参照 GB 6.1 类 61030。UN No.1624，2025，2777，2778，3001，3012。②用内衬塑料袋的铁桶包装，或用内衬塑料袋的塑料编织袋包装外套箱。每桶（袋）净重50kg。小包装用玻璃瓶装，每瓶净重0.25kg、0.5kg。属无机剧毒品，包装上应有明显的“剧毒品”标志。③运输过程中要防雨淋和日晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。④应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中。不得与酸、碱及食用原料共贮混运。

失火时，消防人员必须穿全身防火防毒服，在上风向灭火，用水、砂土扑救。

【生产单位】 贵州省万山特区矿产公司，北京益利精细化学品有限公司，广州化学试剂厂，姜堰市环球化工厂，温州市化学用料厂。

Ae029 氯化镍

【别名】 六水氯化镍

【英文名】 nickel chloride；nickel dichloride

【结构式】 $NiCl_2 \cdot 6H_2O$

【分子量】 237.69

【物化性质】 绿色或草绿色单斜棱柱状结晶。相对密度1.921，熔点80℃。易溶于水、乙醇，其水溶液呈微酸性。在干燥空气中易风化，在潮湿空气中易潮解。加热至140℃以上时完全失去结晶水而呈黄棕

色粉末。

【质量标准】

1. 国家标准《精制氯化镍》GB/T 26522—2011

项目		指标(电镀用)	
		优等品	一等品
镍(Ni)质量分数/%	≥	24.0	23.8
钴(Co)质量分数/%	≤	0.0010	0.0050
锰(Mn)质量分数/%	≤	0.0005	0.0010
锌(Zn)质量分数/%	≤	0.0005	0.0010
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.0010	0.0020
铜(Cu)质量分数/%	≤	0.0005	0.0010
铅(Pb)质量分数/%	≤	0.0010	0.0020
镉(Cd)质量分数/%	≤	0.0005	0.0010
砷(As)质量分数/%	≤	0.0010	0.0020
水不溶物质量分数/%	≤	0.005	0.01
铬(Cr)质量分数/%	≤	0.0005	0.0010
汞(Hg)质量分数/%	≤	0.0005	0.0010
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/%	≤	0.5	

2. 化工行业标准《电镀用氯化镍》HG/T 2771—2007

项目		指标(电镀用)	
		优等品	一等品
镍(Ni)质量分数/%	≥	24.0	23.8
钴(Co)质量分数/%	≤	0.001	0.005
锌(Zn)质量分数/%	≤	0.0005	0.0010
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.0010	0.0020
铜(Cu)质量分数/%	≤	0.0005	0.0020
铅(Pb)质量分数/%	≤	0.0010	0.0020
镉(Cd)质量分数/%	≤	0.0005	0.0010
铬(Cr)质量分数/%	≤	0.0005	0.0010
砷(As)质量分数/%	≤	0.0010	0.0020
水不溶物质量分数/%	≤	0.005	0.01
硝酸盐(以 NO_3^- 计)质量分数/%	≤	0.01	
汞(Hg)质量分数/%	≤	0.0005	
锰(Mn)质量分数/%	≤	0.0005	0.0010

【用途】 用于电镀镍，在快速镀镍中作阳极活化剂，在工业或防毒面具中用作氨吸收剂。用于制造催化剂、防腐剂、干电池。用于制造其他镍盐，还用于制造隐显墨水。

【制法】 金属镍法：将金属镍加入盛有适量水或母液的酸解器中，再加入硝酸、硫酸进行反应，生成硫酸镍溶液，送至中和反应器中，加入纯碱溶液进行中和反应生成碳酸镍，经过滤分离硫酸钠后，用水洗涤，将碳酸镍加入反应器中与盐酸进行酸化反应生成氯化镍，加入过氧化氢和钡盐净化溶液，过滤除去铁和硫酸盐，再经蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离，制得六水氯化镍成品。其反应式如下：

$$3Ni+8HNO_3 \longrightarrow 3Ni(NO_3)_2+4H_2O+2NO\uparrow$$

$$Ni(NO_3)_2+H_2SO_4 \longrightarrow NiSO_4+2HNO_3$$

$$NiSO_4+Na_2CO_3 \longrightarrow NiCO_3+Na_2SO_4$$

$$NiCO_3+2HCl \longrightarrow NiCl_2+H_2O+CO_2\uparrow$$

反应释出的氧化氮气体，用氨水吸收，可制成硝酸铵副产品。

【安全性】

毒性及防护：氯化镍不燃，有毒。对环境有危害，对水体可造成污染。接触者可发生接触性皮炎或过敏性湿疹。吸入本品粉尘，可发生支气管炎或支气管肺炎、过敏性肺炎，并可发生肾上腺皮质功能不全。镍化合物属致癌物。误食后应饮足量温水，催吐，就医。生产操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴自吸过滤式防尘口罩，戴化学安全防护眼镜，穿橡胶耐酸碱服，戴乳胶手套。避免产生粉尘。避免与过氧化物、钾接触。配备泄漏应急处理设备。

职业接触限值：中国 MAC 0.5(Ni) mg/m^3；前苏联 MAC 0.05(Ni) mg/m^3；TLVTN 0.1mg(Ni)/m^3。

包装及贮运：①内衬聚乙烯塑料袋封口的塑料编织袋或纸板桶包装，每袋净重25kg。外包装上应有牢固清晰的标志，内容包括：生产厂名、厂址、产品名称、商

标、等级、净重、批号或生产日期，以及"怕热"、"怕湿"标志。②应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。运输过程中要防雨淋和日晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。严禁与氧化剂、活性金属等混装混运。

失火时，可用雾状水、泡沫、干粉、二氧化碳、砂土等扑救。

【生产单位】 吉林吉恩镍业股份有限公司，赣州钴钨有限责任公司，慈溪市飞兰有色金属有限公司，上海勤工无机盐有限公司，金川集团有限公司镍都实业公司。

Ae030 工业氯化钾

【英文名】 potassium chloride

【结构式】 KCl

【分子量】 74.55

【物化性质】 白色或无色立方晶体或结晶粉末。相对密度 1.984，熔点 770℃，加热至 1500℃ 则升华。微咸，无臭。易溶于水，微溶于乙醇，稍溶于甘油，不溶于浓盐酸、丙酮。有吸湿性，易结块。在水中的溶解度随温度的升高而迅速增加。

【质量标准】 国家标准《工、农业用氯化钾》GB 6549—2011

项目		Ⅰ类			Ⅱ类		
		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
氯化钾(K_2O)的质量分数/%	≥	62.0	60.0	58	60.0	57.0	55.0
水分(H_2O)的质量分数/%	≤	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	6.0
钙镁(Ca+Mg)的质量分数/%	≤	0.3	0.5	1.2	—	—	—
氯化钠(NaCl)的质量分数/%	≤	1.2	2.0	4.0	—	—	—
水不溶物的质量分数/%	≤	0.1	0.3	0.5	—	—	—

注：1. 除水分外，各组分质量分数均以干基计。

2. Ⅰ类中钙镁合量、氯化钠及水不溶物的质量分数作为工业用氯化钾推荐性指标，农业用不限量。

【用途】 为制造碳酸钾、氢氧化钾、氯酸钾、高氯酸钾、硝酸钾、硫酸钾和红矾钾等钾盐的基本原料。用作消焰剂（消除枪口或炮口发出的火焰）。电解氯化镁制造金属镁时，氯化钾作为配制电解液的组分。医药上用作利尿剂和防治缺钾症的药物。染料工业用于生产 G 盐、活性染料。用于制造蜡烛芯、照相、电镀、钢铁的热处理剂。农业上主要用作钾肥。

【制法】

（1）浮选法　将钾石盐矿（或砂晶盐）先经破碎、球磨机粉碎后，边搅拌边加入 1%十八胺浮选剂，同时加入 2%纤维素进行浮选，再经离心分离、干燥，制得氯化钾成品。

（2）冷分解法　将光卤石经粉碎后，放入分解器，加入水、母液和浮选剂进行分解，由分解器下部排除的粗钾料浆泵入沉降器。沉降料浆经器底放出，经离心分离，脱去母液得到粗钾。粗钾送入洗涤器中，室温下将其中所含的氯化钠溶解入水，浆液经再次沉降，离心分离、干燥制得氯化钾成品。清液作为精钾母液，循环使用。

【安全性】

① 用内衬塑料袋封口的塑料编织袋或复合塑料编织袋（塑料编织布/膜）包装，每袋净重 50kg。包装上应有生产厂名、厂址、产品名称、产品类别或用途、等级或技术要求、净重以及"防潮"等明显的标志。

② 运输过程中要防雨淋和水浸，防日晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

③ 应贮存在通风、干燥的库房内，防潮。不得与有毒有害物品共贮混运。

失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 大化集团大连化工股份有限公司，青藏铁路开发公司察尔汗钾镁厂，天津长芦海晶集团有限公司，天津长芦汉沽盐场有限责任公司，青海东方优质氯化钾工业实验厂。

Ae031 三氯氢硅

【别名】 硅氯仿；三氯硅烷

【英文名】 trichlorosilane; silico chloroform

【结构式】 $SiHCl_3$

【分子量】 135.45

【物化性质】 无色透明液体。相对密度1.34，熔点－126.5℃，沸点33℃，蒸气压53.3kPa（14.5℃），溶于二硫化碳、四氯化碳、氯仿、苯等。本品为易燃品，在空气中能自燃，有刺激性臭味。遇水或水蒸气能产生热和有毒的腐蚀性烟雾。遇明火强烈燃烧。受高热分解产生有毒的氯化物气体。与氧化剂发生反应，有燃烧危险。极易挥发，有毒！

【质量标准】 国家标准《工业三氯氢硅》GB 28654—2012

项目		Ⅰ类			Ⅱ类		
		优级品	一级品	合格品	优级品	一级品	合格品
外观		无色透明液体					
三氯氢硅质量分数/%	≥	99.50	99.00	98.50	99.50	99.00	98.50
二氯二氢硅质量分数/%	≤	0.10	0.30	0.50	0.20	0.30	0.50
四氯化硅质量分数/%	≤	0.25	0.50	0.70	0.25	0.50	0.70
氯硅烷聚合物质量分数/%	≤	0.05	0.10	0.30	0.05	0.10	0.30
硼(B)/(mg/kg)	≤	0.10	0.30	0.50	—	—	—

【用途】 制造有机硅化合物的原料，也是生产多晶硅的基本原料。

【制法】 沸腾氯化法：硅粉经干燥后加入氯化沸腾炉，与通入炉中的干燥氯化氢气体在340℃进行反应。生成的粗三氯氢硅经湿法除尘器、列管冷凝器去蒸馏塔分离四氯化硅，由蒸馏塔出来的三氯氢硅气体经冷凝，制得三氯氢硅成品。其反应式如下：

$$Si + 3HCl \longrightarrow SiHCl_3 + H_2$$

【安全性】

毒性及防护：毒性及危害：对眼和呼吸道黏膜有强烈刺激作用。高浓度下，引起角膜浑浊、呼吸道炎症，甚至肺水肿，并可伴有头昏、头痛、乏力、恶心、呕吐、心慌等症状。溅在皮肤上，可引起坏死，溃疡长期不愈。动物慢性中毒可引起慢性卡他性气管炎、支气管炎及早期肺硬化。环境最高容许浓度为$1mg/m^3$（必须检测HCl）。

溅在皮肤上：立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗至少15min，就医。

眼睛接触：立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少15min。就医。

不慎吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。

误食后：用水漱口，给饮牛奶或蛋清，就医。

生产车间应密闭操作，局部排风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作

规程。建议佩戴自吸过滤式防毒面具（全面罩），穿胶布防毒衣，戴橡胶手套。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备。避免产生烟雾，防止烟雾和蒸气释放到工作场所空气中。避免与氧化剂、酸类、碱类接触。尤其要注意避免与水接触。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。下班后要洗淋浴，遵守个人卫生。生产工人进行就业前和定期体检。

包装及贮运：①危规编号：遇湿易燃物品，GB 4.3 类 43049。UN No.12953。②采用不锈钢桶装，每桶净重 40kg，或用槽车装。桶上必须装有排放尾气阀门并应有明显的“易燃品”标志。③应贮存于阴凉、干燥、通风良好的库房。远离火种、热源，库温不宜超过 25℃。包装必须密封，切勿受潮。应与氧化剂、酸类、碱类等分开存放，切忌混贮。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。贮区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。运输过程中注意防潮、防日晒、防火。装卸时要轻拿轻放，严禁撞击。

失火时，可用干粉、干砂土灭火，切忌使用水、泡沫、二氧化碳、酸碱灭火剂。消防人员必须佩戴过滤式防毒面具（全面罩）或隔离式呼吸器、穿全身防火防毒服，在上风向灭火。

【生产单位】 上海氯碱化工股份有限公司电化厂，新余市赣锋锂业有限公司，江苏省宝应县化工助剂厂，南昌赣宇有机硅有限公司，开化县鑫源精细化工有限公司。

Ae032 四氯化硅

【别名】 四氯化矽

【英文名】 silicon tetrachloride

【结构式】 $SiCl_4$

【分子量】 169.90

【物化性质】 无色或淡黄色发烟液体，具有难闻的窒息性气味。相对密度 1.483。熔点－70℃，沸点 57.57℃，相对蒸气密度 5.86。可混溶于苯、氯仿、石油醚等多种有机溶剂中。受热或遇水分解放热，放出有毒的腐蚀性烟气。在干燥的空气或氧气中加热生成氯氧化硅；与氢（或其他还原剂）作用时生成三氯甲硅烷和其他氯代硅烷；与胺、氨迅速反应生成氮化硅聚合物；还能与醇、酚反应生成硅酸酯类；与有机金属化合物（如锌、汞、钠化合物和格林纳试剂）反应生成有机硅烷。对很多金属尤其是在潮湿空气存在下有腐蚀性；没有水存在时，对钢、铁、普通金属及合金实际上不起作用。在温水中放热，并分解成硅酸和氯化氢。遇醇同样起激烈的反应。

【质量标准】 电子工业标准《高纯四氯化硅》SJ 2593—85

指标名称	杂质含量/10^{-9}	
	Ⅰ级	Ⅱ级
外观	无色透明液体	
硼 ≤	0.1	0.5
磷 ≤	1	5
铁 ≤	1	金属杂质总含量≤10（其中铁≤4，铜≤0.5）
铜 ≤	0.1	
锰 ≤	0.1	
镍 ≤	0.5	
铬 ≤	0.1	
钛 ≤	0.1	
铅 ≤	0.5	
锌 ≤	1	
铝 ≤	1	
镁 ≤	0.5	
钴 ≤	0.5	
钒 ≤	0.5	

【用途】 用于制造有机硅化合物，如硅酸酯、有机硅油、高温绝缘漆、有机硅树脂、硅橡胶和耐热垫衬材料。高纯度四氯化硅为制造多晶硅、高纯二氧化硅和无机

硅化合物、石英纤维的材料。军事工业用于制造烟幕剂，冶金工业用于制造耐腐蚀硅铁，铸造工业用作脱模剂。

【制法】 硅铁氯化法：先将硅铁加入氯化炉内，然后加热至 300℃ 左右，以 7.5m^3/h 的速度通入氯气进行反应，生成四氯化硅，经冷凝后，得到粗品四氯化硅。将锑粉（为四氯化硅质量的 0.05%）加入粗四氯化硅中进行精馏，经回流 30min，然后取 56～59℃ 的馏分，制得工业级四氯化硅成品。其反应式如下：

$$Si + 2Cl_2 \longrightarrow SiCl_4$$

将工业级四氯化硅进一步精馏并长时间回流，可制得高纯四氯化硅。

【安全性】

毒性及防护：毒性及危害：LC_{50} 8000×10^{-6}，4h(大鼠，经口吸入)。本品不燃，具强腐蚀性、强刺激性，可致人体灼伤。可引起溶血反应而导致贫血。对眼睛及上呼吸道有强烈刺激作用。高浓度可引起角膜浑浊、呼吸道炎症，甚至肺水肿。眼直接接触可致角膜及眼睑严重灼伤。如不慎溅到皮肤上，10min 后可使皮肤坏死。

皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗至少 15min，就医。

眼睛接触：立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15min，就医。

吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。

误食后：用水漱口，给饮牛奶或蛋清，就医。

在生产操作时，生产人员要穿橡胶耐酸碱服、戴防毒面具和橡胶耐酸碱手套等劳保用品。防止吸入本品和皮肤接触。生产设备要密闭，防止蒸气泄漏到工作场所空气中。车间要通风良好。操作尽可能机械化、自动化。避免与氧化剂、碱类、醇类接触。尤其要注意避免与水接触。配备泄漏应急处理设备。工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作完毕，淋浴更衣。

包装及贮运：①属一级无机酸性腐蚀物品，危规编号：GB 8.1 类 81043。UN No.1818。②采用大玻璃坛装，外套木箱，石膏封口，每坛净重 25kg。或用聚乙烯塑料桶装，外套普通木箱或半花格木箱包装；每桶净重 40kg。包装上应有明显的“腐蚀品”标志。③铁路运输时应严格按照铁道部《危险货物运输规则》中的危险货物配装表进行配装。起运时包装要完整，装载应稳妥。运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与氧化剂、碱类、醇类、食用化学品等混装混运。运输时运输车辆应配备泄漏应急处理设备。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。④应贮存于阴凉、干燥、通风良好的库房。远离火种、热源，库温不超过 25℃，相对湿度不超过 75%。包装必须密封，切勿受潮。应与氧化剂、碱类、醇类等分开存放，切忌混贮。

失火时，消防人员必须穿全身耐酸碱消防服，采用砂土、二氧化碳灭火器扑救，禁止用水。

【生产单位】 南昌赣宇有机硅有限公司，沁阳国顺硅源光电气体有限公司。

Ae033 无水氯化锡

【别名】（无水）四氯化锡

【英文名】 stannic chloride anhydrous

【结构式】 $SnCl_4$

【分子量】 260.53

【物化性质】 无色发烟液体或无色立方结晶。熔点 −33℃，沸点 114.1℃，液体相对密度 2.226。溶于冷水并放出大量的热，溶于乙醇、乙醚、苯、甲苯、四氯化

碳、二硫化碳等。遇 H 发泡剂立即燃烧，与碱性物质混合能引起爆炸，遇热水则分解。在湿空气中吸水生成为三水物，放出热和近似白色烟雾状有刺激性和腐蚀性的氯化氢气体。进一步加水，生成 5、8、9 等不同数量的结晶水的化合物。无水氯化锡在低温下能吸收大量的氯气，同时体积形成膨胀和冰点下降；能与氨反应生成复盐；与碱金属作用生成锡酸盐。与醇、醚、醛、酮、羧酸、酯类等有机物能发生加成反应。有强腐蚀性。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
四氯化锡($SnCl_4$)/%	＞	99
游离氯/%	＜	0.005
锑(Sb)/%	＜	0.006
铅(Pb)/%	＜	0.002
铁(Fe)/%	＜	0.005
铜(Cu)/%	＜	0.001
砷(As)/%	＜	0.10

【用途】 用于合成有机锡化合物的原料，染色的媒染剂，制造蓝晒纸和感光纸、润滑油的添加剂。少量用于电镀工业，如玻璃表面处理以形成导电涂层和提高抗磨性。用作异丁烯、α-甲基苯乙烯等的阳离子聚合催化剂。用作分析试剂、有机合成脱水剂。

【制法】 金属锡氯化法：将金属锡熔融，然后泼入冷水，激成锡花，加入反应器中，通入干燥氯气进行反应，生成四氯化锡。由于产物中有过量的游离氯而呈黄色。可加入几片锡薄片，加热蒸馏，用干燥容器接收 105～120℃ 的馏分，制得无水氯化锡成品。其反应式如下：

$$Sn + 2Cl_2 \longrightarrow SnCl_4$$

【安全性】

毒性及防护：毒性及危害：LD_{50} 46mg/kg（小鼠，腹腔）。在空气中最高容许浓度美国规定锡的无机化合物为 $2mg/m^3$（以金属锡计）。本品不燃，具强腐蚀性、强刺激性，可致人体灼伤。对眼睛、皮肤、黏膜和呼吸道有强烈的刺激作用。吸入可能由于喉、支气管的痉挛、水肿、炎症，化学性肺炎、肺水肿而致死。中毒表现有烧灼感、咳嗽、喘息、喉炎、气短、头痛、恶心和呕吐。

皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗至少 15min，就医。

眼睛接触：立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15min，就医。

吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。

误食后：用水漱口，给饮牛奶或蛋清，就医。

生产应密闭操作，局部排风。操作人员戴防毒面具（全面罩），穿橡胶耐酸碱服，戴橡胶耐酸碱手套。工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作完毕，淋浴更衣。废弃物应倒入碳酸氢钠溶液中，用氨水喷洒，同时加碎冰，反应停止后，用水冲入废水系统。

职业接触限值：TLVTN $2mg[Sn]/m^3$（OSHA）；$2mg[Sn]/m^3$（ACGIH）。

包装及贮运：①酸性腐蚀品。危规编号：GB 8.1 类 81053。UN No.1827。②用内衬塑料袋的铁桶包装，每桶净重 50kg。③铁路运输时应严格按照铁道部《危险货物运输规则》中的危险货物配装表进行配装。起运时包装要完整，装载应稳妥。运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与易燃物或可燃物、碱类、醇类、食用化学品等混装混运。运输时运输车辆应配备泄漏应急处理设备。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。装卸时要小心轻放，防止包装破损。④应贮存

于阴凉、干燥、通风良好的库房。远离火种、热源。相对湿度保持在75%以下。包装必须密封，切勿受潮。应与易（可）燃物、碱类、醇类等分开存放，切忌混贮。贮区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。

失火时，可用砂土和干粉、二氧化碳灭火器扑救，禁止用水。

【生产单位】 浙江黄岩鼎正化工有限公司，江苏东台市飞达化工试剂厂，姜堰市裕民化工有限公司，如皋市化学试剂厂有限公司。

Ae034 氯化亚锡

【别名】 二氯化锡

【英文名】 stannous chloride；tindichloride

【结构式】 $SnCl_2 \cdot 2H_2O$

【分子量】 225.63

【物化性质】 无色或白色单斜晶系结晶。相对密度2.710，熔点37.7℃。溶于醇、乙醚、丙酮、冰醋酸中，在浓盐酸中溶解度大大增加。加热至110℃失去结晶水，变成白色半透明的无水物。在熔点下分解为盐酸和碱式盐。在空气中逐渐被氧化成不溶性氯氧化物，遇水则分解。中性的水溶液易分解生成沉淀，酸性溶液有强还原性，能将氧化铬（六价）还原为Cr^{3+}，Cu^{2+}还原为Cu^{+}，Hg^{2+}还原为Hg^{+}和Hg，Ag^{+}还原为Ag，Fe^{3+}还原为Fe^{2+}；能将硝基化合物还原为胺类。与碱作用生成水和氧化物沉淀，但碱量过剩时，生成能溶解的亚锡酸盐。

【质量标准】 化工行业标准《工业氯化亚锡》HG/T 2526－2007

项目	指标/%	
	优等品	一等品
氯化亚锡($SnCl_2 \cdot 2H_2O$)质量分数 ≥	99.0	98.0
硫酸盐(以SO_4^{2-}计)质量分数 ≤	0.05	0.10
砷(As)质量分数 ≤	0.001	0.005
铁(Fe)质量分数 ≤	0.005	0.010
铅(Pb)质量分数 ≤	0.02	0.04
铜(Cu)质量分数 ≤	0.001	0.005

【用途】 是生产锡酸钾等其他锡类盐的主要原料。还用于制造染料中间体的还原剂，超高压润滑油的组分。用作漂白剂。用于制镜中镀水银的敏化处理，形成的银膜亮度好，使水银与制品结合牢固。电镀工业用于机械零件的镀锡、镀铜锡。在ABS塑料电镀时用于敏化处理，使镀层不易脱落。还用于医药品的合成，有机合成的催化剂，丁基橡胶制品硫化时的活化剂，以及分析试剂等。染色时的媒染剂和印花拔染工艺中的防染剂，香料工业的稳定剂，食品还原剂、抗氧化剂等。

【制法】 将金属锡熔融后，泼入冷水槽内，炸成蜂窝状锡花。将盐酸和锡花按一定配比加入反应器中进行反应，待溶液浓度达到40°Bé左右时，放入蒸发器中进行浓缩。蒸发器中需加入一定量的锡花，浓缩时可与未反应的盐酸继续反应。当溶液浓度增加到75°Bé时，趁热过滤，滤液经冷却结晶、分离，制得氯化亚锡成品。反应式如下：

$$Sn + 2HCl \longrightarrow SnCl_2 + H_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：LD_{50} 700mg/kg（大鼠，经口）；LD_{50} 1200mg/kg（小鼠，经口）。本品不燃，有毒。误食后可能发生胃肠道刺激反应，出现恶心、呕吐、腹泻症状。在生产过程中制锡花时要防止吸入锡粉尘，以免造成患慢性支气管炎。氯化亚锡溶液与皮肤接触能引起湿疹。最高容许浓度：美国规定锡的无机化合物为2mg/m³（以金属锡计）。如不慎与皮肤接触，立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗；如

与眼睛接触，应用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗，就医。如吸入，迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅。误食后，应饮足量温水，催吐，就医。

生产车间应密闭，提供充分的局部排风和全面通风。生产人员要穿工作服、戴防毒口罩和手套等劳保用品，注意保护呼吸器官，保护皮肤。工作现场禁止吸烟、进食和饮水。实行就业前和定期的体检。

职业接触限值：TLVTN 2mg(Sn)/m^3。包装及贮运：①用内衬塑料袋的铁桶或木桶或塑料编织袋包装，每桶（袋）净重25kg或50kg。包装上应有牢固清晰的标志：生产厂名、厂址、产品名称、商标、等级、净重、批号或生产日期。还应标明“密封保存”字样。②运输过程中要防雨淋和日晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。③应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，库温不宜高于32℃。远离火种、热源。容器必须密封，防潮。不可与氧化剂、强碱、钾、钠、过氧化氢共贮混运。

失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。消防人员必须穿全身防火防毒服，在上风向灭火。

【生产单位】 云南锡业股份有限公司，云南五矿新化股份有限公司。

Ae035 无水氯化锶

【英文名】 strontium chloride

【结构式】 $SrCl_2$

【分子量】 158.53

【物化性质】 无色立方晶体。相对密度3.052，熔点875℃，沸点1250℃。易溶于水，微溶于无水乙醇、丙酮，不溶于液氨。在空气中易潮解。水合物有1、2、6个结晶水，在61.4℃时失去4个结晶水，100℃时成为一水物，在150℃时成为无水物。

【质量标准】 参考标准《工业无水氯化锶》

指标名称		指标	
		200	200B
氯化锶($SrCl_2$)(以干基计)/%	≥	99.50	99.00
镁钠钾合量/$\times10^{-6}$	≤	300	
镁及碱金属/%	≤		0.60
钙/$\times10^{-6}$	≤	1000	
镁/$\times10^{-6}$	≤	1000	
水不溶物/%	≤		0.80

【用途】 生产锶盐和颜料的原料。用于制造烟火，电解金属钠的助熔剂，用作有机合成的催化剂。

【制法】 盐酸法：先将天青石粉碎至200目，加入反应器中与水搅拌，然后缓慢地加入工业盐酸，通入蒸汽搅拌，除去钙盐等杂质。然后倾析并洗涤至中性。将洗涤后之料浆用水搅拌，再加入纯碱，通入蒸汽加热进行反应，生成碳酸锶，用水洗涤至中性，洗去硫酸钠和未反应的纯碱，再加入盐酸进行酸解反应，反应终点控制溶液pH4～5。在加热近沸腾情况下，加入10%稀硫酸和30%过氧化氢，除去可溶性钡盐和铁。过滤澄清后的溶液，经蒸发浓缩至42～43°Bé后冷却结晶，离心分离，在220～250℃干燥，制得无水氯化锶。其反应式如下：

$$SrSO_4+Na_2CO_3 \longrightarrow SrCO_3+Na_2SO_4$$

$$SrCO_3+2HCl \longrightarrow SrCl_2+H_2O+CO_2\uparrow$$

【安全性】

包装及贮运：①用内衬塑料袋的铁桶包装，每桶净重50kg。②应贮存在通风、干燥的库房内。容器必须密封，注意防潮。运输过程中要防雨淋和受潮。装卸时要轻拿轻放，防止包装破裂。

失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 重庆元和精细化工股份有限公司，重庆仙峰锶盐化工有限公司，河北雄威化工股份有限公司，重庆新申锶盐有

限公司。

Ae036 一氯化硫

【别名】 二氯化二硫

【英文名】 sulfur monochloride; disulfur dichloride

【结构式】 S_2Cl_2

【分子量】 135.04

【物化性质】 黄红色液体，有窒息性、刺激性恶臭。在空气中强烈发烟。相对密度1.678，熔点－80℃，沸点135.6℃，闪点118℃，引燃温度234℃，折射率1.570，饱和蒸气压1.33kPa（19℃），相对蒸气密度4.7。溶于乙醇、苯、醚、二硫化碳、四氯化碳，是硫、碘、金属氯化物、有机化合物的优良溶剂，遇水或潮气发生反应，分解为硫、二氧化硫和氯化氢而发烟，散发出刺激性和腐蚀性的氯化氢气体。在室温下十分稳定，但在100℃时分解为硫和氯，在300℃时则完全分解。能被金属还原生成氯化物和硫化物，用氯气饱和可生成二氯化硫等。能与金属氧化物或金属硫化物反应生成金属氯化物。在室温下的干燥一氯化硫对铜和铁均无腐蚀性，遇潮时对大多数金属有强腐蚀性。

【质量标准】 参考标准《工业一氯化硫》

指标名称	指标
外观	黄色至深棕色液体，不浑浊
一氯化硫(S_2Cl_2)(130～141℃馏出物以质量计)/% ≥	95
活性氯/%	51.6～52.6

【用途】 用于橡胶的低温硫化剂和黏结剂。不饱和脂肪酸经一氯化硫处理，可用作耐压润滑剂；棉籽油、豆油、菜籽油等植物油经一氯化硫处理，可制成一种白色硫化油胶（白刹婆、白油胶）和琥珀色硫化油胶（黑刹婆、黑油胶），用于橡胶工业。还用于石油添加剂，染料工业和有机合成用作氯化剂或硫化剂。化纤工业用于制造织物的整理剂。用于制造杀虫剂。冶金工业用作金、银等贵稀金属的萃取剂。木材工业用作软木硬化剂，国防工业用作军用毒气。

【制法】 合成法：先将硫黄粉投入夹套反应器内，然后通入蒸汽加热，同时通入少量氯气，经反应1h后停止加热，并加大通氯量，维持在50～60℃反应16～20h，经过滤，于130～141℃进行蒸馏，测定料液的相对密度和沸程的一氯化硫含量合格后，制得一氯化硫成品。其反应式如下：

$$2S + Cl_2\uparrow = S_2Cl_2$$

【安全性】

毒性及防护：LC_{50} 150×10^{-6}（小鼠，吸入）。本品不燃，高毒，具强腐蚀性、强刺激性，可致人体灼伤。具有窒息性气味，对眼和上呼吸道黏膜有强烈的刺激性，并可致严重皮肤灼伤。少数严重中毒者可引起肺水肿。一氯化硫的蒸气能催泪。与水接触便分解产生氯化氢，对皮肤和黏膜有强刺激性。环境最高容许浓度为6mg/m³。皮肤或眼睛接触后，应用大量流动清水或生理盐水冲洗15min以上。如不慎吸入，应迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。误食后，应立即用水漱口，给饮牛奶或蛋清，就医。

生产车间及设备应密闭，车间通风良好。操作人员戴防毒面具（全面罩），穿橡胶耐酸碱服，戴橡胶耐酸碱手套，保护呼吸器官和皮肤。工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作完毕，淋浴更衣。

职业接触限值：TLVTN 1×10^{-6}，5.5mg/m³（OSHA）；TLVWN 1×10^{-6}，5.5mg/m³（上限值）（ACGIH）。

包装及贮运：①属一级无机酸性腐蚀物品，危规编号：GB 8.1类81032。UN No.1828。②陶瓷坛装、石棉水泥封口，

每坛净重60kg。亦可用槽车散装运输。包装上应有明显的“腐蚀品”标志。③应贮存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不超过35℃，相对湿度不超过80%。应配备相应品种和数量的消防器材。贮区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。应严格执行极毒物品“五双”管理制度。运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与酸类、碱类、醇类、碱金属、食用化学品等混装混运。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温，防止碰撞。装卸时要小心轻放，防止陶瓷坛破裂。

失火时，可用砂土和干粉灭火剂扑救，但切勿用水。消防人员必须佩戴过滤式防毒面具（全面罩）或隔离式呼吸器、穿全身防火防毒服，在上风向灭火。

【生产单位】 山东文登振宇化工有限公司，淄博市临淄区罗鑫化工厂，无锡市胡埭精细化工厂，淄博市临淄大荣精细化工有限公司。

Ae037 二氯化硫

【英文名】 sulfur dichloride

【结构式】 SCl_2

【分子量】 102.97

【物化性质】 暗红色或淡红色液体，有刺激性臭味。相对密度（d_4^{15}）1.621，熔点−78℃，沸点59℃（分解）。相对蒸气密度（空气的相对密度=1）3.55，饱和蒸气压22.66kPa（20℃），折射率1.557（11℃）。溶于四氯化碳、苯。加热至40℃以上部分开始分解。遇水分解析出硫，生成多硫酸和硫酸。其化学性质与一氯化硫和氯气的混合物相似。与过量的三氧化硫反应生成焦硫酰氯（$S_2O_5Cl_2$）。

【质量标准】 参考标准《工业二氯化硫》

指标名称	指标
有效氯(Cl_2)质量分数/% ≥	66.0

【用途】 用于有机合成的氯化剂，制造酸酐或有机酸的氯化物，高压润滑剂。用作切削油的添加剂。油脂工业处理植物油类（如玉米油、棉籽油、大豆油）的加工处理剂。还用作消毒剂、杀菌剂。

【制法】 一氯化硫氯化法：将一氯化硫加入夹层反应器中，通入蒸汽加热，同时通入氯气进行氯化反应，而反应后期要在低于40℃的温度下进行，得到二氯化硫粗品。然后将粗品与一定量三氯化磷稳定剂混合，经转子流量计和预热器进入第一蒸馏塔，产生的蒸气经塔顶冷凝系统和中间冷却器送入第二蒸馏塔，经蒸馏除去氯气，塔底可得到纯度为98%～99%二氯化硫成品。其反应式如下：

$$S_2Cl_2 + Cl_2 \longrightarrow 2SCl_2$$

【安全性】

毒性及防护：参见一氯化硫。

包装及贮运：①属一级无机酸性腐蚀物品，危规编号：GB 8.1类81033。UN No.1828。②钢瓶包装或耐酸坛或陶瓷瓶外普通木箱或半花格木箱；包装上应有明显的“腐蚀品”标志。③应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。要远离热源和火种，不可与氧化剂、易燃品、食品添加剂、碱类物品、水、铝、氨、钾、钠等共贮混运。运输过程中要防雨淋和日晒、防高温。装卸时要轻拿轻放，严禁撞击。

失火时，可用砂土和干粉灭火剂扑救。但不可用水。

【生产单位】 淄博市临淄大荣精细化工厂，河北省欧亚化学工业公司。

Ae038 亚硫酰氯

【别名】 氯化亚砜；二氯亚砜；氯氧化硫

【英文名】 thionyl chloride；sulfur oxychloride

【结构式】 $SOCl_2$

【分子量】 118.97

【物化性质】 淡黄色至红色发烟液体，有

强烈刺激气味。相对密度 1.64，相对蒸气密度 4.1，饱和蒸气压 13.3kPa（21.4℃），熔点 −105℃，沸点 78.8℃。遇水易分解为二氧化硫和氯化氢等刺激性的有毒烟气。溶于苯、氯仿和四氯化碳中。受热分解也能产生有毒物质，加热至 140℃开始分解生成氯气、二氧化硫和一氯化硫。其氯原子取代羟基或巯基能力显著，有时可以取代二氧化硫、氢或氧。氯化亚砜能与有羟基的酚或醇有机化合物反应生成相应的氯化物，与磺酸反应生成磺酰氯，与格利雅试剂反应生成相应的亚砜化合物。对很多金属尤其是在潮湿空气存在下有腐蚀性。

【质量标准】 化工行业标准《工业亚硫酰氯》HG/T 3788—2013

项目	指标	
	优等品	合格品
色度(K_2CrO_4) ≤	1#	2#
沸程 75～80℃的体积分数/% ≥	99.0	98.0
蒸馏残留物质量分数/% ≤	0.001	0.0005

注：客户如对产品的氯化亚砜、硫酰氯及其他杂质有要求，可以参照附录 A 给出的方法进行测定。

【用途】 用作有机合成的氯化剂，如醇类羟基的氯化、羧酸的氯化、酸酐的氯化、有机磺酸或硝基化合物的氯置换。制造酰基氯化物。制造医药中间体，例如驱虫净、无味合霉素。还用作脱水剂和溶剂。

【制法】

（1）氯磺酸法　先将硫黄粉加入反应器中，通入氯气进行反应生成一氯化硫。再将一定量的氯磺酸和一氯化硫加入反应器内，在 50℃以下通入氯气进行反应，反应好的物料经粗馏、冷凝，收集 130℃以下的料液送至精馏锅，为了使低沸点的二氯化硫转变成一氯化硫留在锅内，则要加入粗品数量的 15%～20%硫黄，然后送去精馏，经回流 4h，色泽正常后，收集气相 75～80℃的馏分，制得亚硫酰氯成品。其反应式如下：

$$2ClSO_3H + S_2Cl_2 + Cl_2 \longrightarrow 2SOCl_2 + 2SO_2 + 2HCl$$

（2）二氧化硫法　以硫黄、液氯和液体二氧化硫为原料，采用全循环和液相循环法，生产高纯度氯化亚砜，纯度 99%以上，该方法工艺先进，产品质量稳定，“三废”排放少。

【安全性】

毒性及防护：LC_{50} 2435mg/m³（大鼠吸入）。本品不燃，具有强腐蚀性、强刺激性，可致人体灼伤。高浓度时损害呼吸道，并可引发结膜炎、鼻炎、咽喉炎、气管与支气管炎，重症时由于化学性肺炎和肺水肿有致死的危险。其蒸气刺激眼睛和黏膜，液体触及皮肤能引起烧伤。有毒。如不慎溅到皮肤或眼睛上，必须迅速用大量流动清水冲洗 15min 以上，严重时需立即送到医院治疗。如不慎吸入，应迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。如不慎误食，应立即用水漱口，给饮牛奶或蛋清，就医。

操作人员应配戴自吸过滤式防毒面具（全面罩），穿橡胶耐酸碱服，戴橡胶耐酸碱手套。防止蒸气泄漏到工作场所空气中。生产设备要密闭，车间通风良好。

职业接触限值：TLVWN 1×10^{-6}，4.9mg/m³（ACGIH）。

包装及贮运：①玻璃瓶装，外用木箱包装。每瓶净重 15kg 或 25kg。包装上应有明显的“腐蚀品”标志。②属一级无机酸性腐蚀物品，危规编号：GB 8.1 类 81037。UN No.1836。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。库温不超过 25℃，相对湿度不超过 75%。包装必须密封，

防潮。不得与食用化工原料和碱类共贮混运。运输过程中要防雨淋和日晒。装卸时要小心轻放，防止包装破裂。

失火时，消防人员必须穿全身耐酸碱消防服，可用砂土、干粉灭火剂扑救。严禁用水扑救。

【生产单位】 上海光铧科技有限公司，江西电化有限责任公司。

Ae039 硫酰氯

【别名】 氯化硫酰

【英文名】 sulfuryl chloride

【结构式】 SO_2Cl_2

【分子量】 134.96

【物化性质】 无色液体，具有强烈刺激臭味。相对密度 1.6674，熔点 −54.1℃，沸点 69.1℃。遇水即分解，水解产物为硫酸和盐酸。溶于苯、醋酸等，在空气中微发烟。室温下稳定，高温下分解，有光和催化剂（氯化铝、活性炭等）存在时加速分解。可与许多无机化合物发生反应，也能与许多有机化合物反应，在某些条件下，反应更加有选择性。有腐蚀性。

【质量标准】 参考标准《工业硫酰氯》

指标名称		指标		
		优级品	一级品	合格品
外观		无色或微黄色	微黄色	淡黄色
相对密度		1.66～1.68	1.66～1.68	1.66～1.68
沸程(75～80℃)/%	≥	99	95	85
灼烧残渣(以硫酸盐计)/%	≤	0.01	0.01	0.01

【用途】 主要用作氯化剂或氯磺化剂，如芳香族化合物的氯化、羧酸的氯化及其他各种有机和无机化合物的氯化。也用于制造医药品、染料、表面活性剂等。

【制法】 氯化法：将干燥的二氧化硫和氯气在活性炭催化剂存在下进行反应，生成的硫酰氯经冷凝，制得硫酰氯成品。其反应式如下：

$$SO_2 + Cl_2 \longrightarrow SO_2Cl_2$$

【安全性】

毒性及防护：参见亚硫酰氯。

包装及贮运：①玻璃瓶装，外套木箱包装，每瓶净重 25kg。包装上应有明显的“腐蚀品”标志。②属一级无机酸性腐蚀物品，危规编号：GB 8.1 类 81035。UN No.1834。应贮存在阴凉、通风、干燥的棚库内，包装必须密封。不得与食用化工原料和碱类共贮混运。在运输过程中要防雨淋和日晒，注意防潮。装卸时要轻拿轻放，防止包装破裂。

失火时，可用砂土和干粉灭火剂扑救，但不能用水。

【生产单位】 常州市旭东化工有限公司，江苏建湖县新元化工有限公司，盐城市绿叶化工有限公司。

Ae040 氯化锌

【别名】 锌氯粉；盐化锌

【英文名】 zinc chloride

【结构式】 $ZnCl_2$

【分子量】 136.30

【物化性质】 白色六方晶系粒状结晶或粉末。相对密度 2.91，熔点 365℃，沸点 732℃。易溶于水，溶于甲醇、乙醇、甘油、丙酮、乙醚，不溶于液氨。潮解性强，能自空气中吸收水分而潮解。遇水分解成氢氧化锌，放出白色烟雾（HCl）。能够溶解金属氧化物和纤维素。熔融氯化锌有很好的导电性能。受高热分解产生有毒的腐蚀性烟气。有腐蚀性。有毒！

【质量标准】 化工行业标准《工业氯化锌》HG/T 2323—2012

指标名称		指标				
		Ⅰ型		Ⅱ型		Ⅲ型
		优等品	一等品	一等品	合格品	
外观		白色粉末或小颗粒				无色透明的水溶液
氯化锌($ZnCl_2$)质量分数/%	≥	96.0	95.0	95.0	93.0	40.0
酸不溶物质量分数/%	≤	0.01	0.02	0.05		—
碱式盐(以 ZnO 计)质量分数/%		2.0		2.0		0.85
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/%	≤	0.01		0.01	0.05	0.004
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.0005		0.001	0.003	0.0002
铅(Pb)质量分数/%	≤	0.0005		0.001		0.0002
碱和碱土金属质量分数/%	≤	1.0		1.5		0.5
锌片腐蚀试验		通过		—		通过
pH 值		—		—		3～4

【用途】 用作有机合成工业的脱水剂、缩合剂及生产香兰素、兔耳草醛、消炎止痛药物、阳离子交换树脂的催化剂。可作聚丙烯腈的溶剂；染织工业用作媒染剂、丝光剂、上浆剂；纺织工业用作生产棉条桶、梭子等材料的原料（棉纤维的助溶剂），可提高纤维的黏合力。染料工业用作冰染染料显色盐的稳定剂，用于生产活性染料和阳离子染料；用作石油净化剂和活性炭的活化剂；用于木材防腐剂和阻燃剂；用作硬纸板和布制品的阻燃剂；用作电焊条的焊药；冶金工业用于生产铝合金、轻金属脱酸、处理金属表面氧化层；用于晒图纸的生产；用于生产抗溶性泡沫灭火液和生产氰化锌的原料；用于电池、电镀、医药、工业水处理等行业。

【制法】 盐酸法：将一定量的氧化锌加入盛有一定量盐酸的反应器中进行反应，生成氯化锌溶液。当溶液的 pH 为 3.5～4 时，经静置沉淀，将清液送去第一次提纯，加入氯化钡、高锰酸钾、氯酸钾等进行净化以除去硫酸根、铁等杂质。再经静置沉降，把清液送去第二次提纯，加入锌粉以除去铅、镉等重金属，经过滤，把滤液送入石墨坡板蒸发器进行浓缩，浓度 45% 的稀氯化锌溶液从高处向低处流，出口处浓度达 98% 以上时析出结晶，经粉碎，制得氯化锌成品。其反应式如下：

$$ZnO+2HCl \longrightarrow ZnCl_2+H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：LD_{50} 350mg/kg（大鼠，经口）。本品不燃，具有很强的毒性，能剧烈刺激及烧灼皮肤和黏膜，长期与本品蒸气接触时发生变应性皮炎。吸入氯化锌烟雾可引起支气管肺炎。高浓度吸入可致死。对上呼吸道、气管、支气管黏膜有损害。口服腐蚀口腔和消化道，严重者可致死。如不慎溅到皮肤或眼睛上，应立即用大量流动清水或 2% 小苏打溶液冲洗；如误食，应立即清水漱口，给服牛奶或蛋清，并及时就医。

生产人员工作时要穿工作服，戴防护眼镜、防毒口罩、乳胶手套，以保护皮肤、眼睛、呼吸器官。车间通风要良好，下班后要洗热水淋浴。

职业接触限值：TLVTN 1mg（烟尘）/m^3（OSHA），1mg/m^3（烟）（ACGIH）；TLVWN 2mg/m^3（烟雾）（ACGIH）。

包装及贮运：①工业固体氯化锌应以内衬聚乙烯袋的镀锌铁桶包装，也可用塑料桶、纸板桶或内衬聚乙烯袋的复合塑料编织袋包装，每桶（袋）净重 50kg 或

25kg。工业氯化锌液体应用塑料桶或内涂耐酸漆等防腐材料的钢制槽车装运。包装上应有明显的“腐蚀性物品”标志。②危规编号：其他腐蚀品，GB 8.3 类 83504。UN No.2331。

应贮存在通风、干燥的库房内，远离火种、热源。避免露天存放。容器必须密封，防止受潮。不得与食用物品和饲料共贮混运。运输过程中应有遮盖物，要防雨淋和日晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破裂。Ⅰ型、Ⅱ型产品用镀锌铁桶、纸板桶和塑料桶包装的贮存期为 6 个月，复合塑料编织袋包装的贮存期为 2 个月，Ⅲ型产品的贮存期为 2 个月，皆自生产之日算起。

失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。消防人员必须穿全身防火防毒服，在上风向灭火。

【生产单位】 山东阳谷中天锌业有限公司，上海岷珉氧化锌厂，天津市南平化工有限公司。

Ae041 钡熔剂

【别名】 二号熔剂

【英文名】 barium fluxing agent

【物化性质】 棕黄色固体，是氯化钾、氯化镁、氯化钡等的混合物。极易潮解。有毒！

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
外观	色泽均一，黄色或橙黄色熔块
氯化镁($MgCl_2$)/%	40～46
氯化钾(KCl)/%	34～40
氯化钡($BaCl_2$)/%	5.5～8.5
氯化钙($CaCl_2$)和氯化钠(NaCl)总含量/% ≤	8.0
氧化镁(MgO)/% ≤	1.5
灼烧失重/% ≤	2.0
水不溶物、灰分/% ≤	1.5

【用途】 用作铝镁冶金的保护剂和精炼剂，多用于国防工业。

【制法】 熔融法：将氯化钾、氯化镁、氯化钡、氯化钙等固体原料按 1∶1.8∶0.225∶0.2 的配比混合，加入电炉，炉温控制在 650℃左右，加入石油焦除去硫酸根，经约 1h 后，升温至 700℃熔融，经冷却、粉碎，制得钡熔剂成品。

【安全性】

毒性及防护：本品有毒。生产人员工作时要穿工作服，戴防护眼镜、防毒口罩、乳胶手套，以保护皮肤、眼睛、呼吸器官。车间通风要良好，下班后要洗热水淋浴。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的木桶或铁桶包装，每桶净重 50kg。包装上应有明显的“防潮”标志。

应贮存在通风、干燥的库房内。包装必须密封、防潮。运输过程中要防雨淋和日晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 抚顺经济开发区丛林钡熔剂厂，民和县海峰炉料加工厂，洛阳市兴隆化工有限责任公司。

Ae042 六水氯化锶

【英文名】 strontium chloride hexahydrate

【结构式】 $SrCl_2 \cdot 6H_2O$

【分子量】 266.59

【物化性质】 无色针状结晶或白色颗粒，无味。能在干燥空气中风化，在潮湿空气中潮解。溶于 0.8 份水、0.5 份沸水，微溶于乙醇、丙酮。其水溶液呈中性。加热至 61.4℃失去 4 分子结晶水，100℃成为一水盐，150℃失去全部结晶水。熔点 115℃，相对密度 1.93。

【质量标准】 化工行业标准《工业氯化锶（六水）》HG/T 4501—2013

项目	指标		
	优等品	一等品	合格品
锶钙钡合量(以 $SrCl_2 \cdot 6H_2O$ 计)质量分数/% ≥	99.0	98.5	98.0
钡(Ba)质量分数/% ≤	0.15	0.80	1.50
钙(Ca)质量分数/% ≤	0.15	0.50	1.50
镁(Mg)质量分数/% ≤	0.001	0.001	0.01
重金属(以 Pb 计)质量分数/% ≤	0.001	0.001	0.01
水不溶物质量分数/% ≤	0.03	0.05	0.10

【用途】 生产锶盐和颜料的原料。用于制造磁性材料、烟火、制药。电解金属钠的助熔剂，用作有机合成的催化剂。

【制法】 与无水氯化锶相同，但省去高温干燥脱水的步骤。

【安全性】

① 用内衬塑料袋的铁桶包装，每桶净重 50kg。

② 应贮存在通风、干燥的库房内。容器必须密封，注意防潮。运输过程中要防雨淋和受潮。装卸时要轻拿轻放，防止包装破裂。

失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 重庆元和精细化工股份有限公司，重庆仙峰锶盐化工有限公司，重庆新申锶盐有限公司，南京金焰锶业有限公司，上海植信化工有限公司，上海红蝶化工有限公司，青岛益丰源化工有限公司，湖州和孚荣华助剂厂。

Ae043 氯酸镁

【英文名】 magnesium chlorate

【结构式】 $Mg(ClO_3)_2 \cdot 6H_2O$

【分子量】 299.30

【物化性质】 无色斜方晶系针状或片状结晶或粉末，味苦。相对密度 1.80(25℃)，熔点 35℃，沸点 120℃(分解)。易溶于水，微溶于醇和丙酮。35℃时部分熔化并转变为四水物。有强吸湿性。不易爆炸和燃烧。比其他氯酸盐稳定，与硫、磷、有机物等混合，经摩擦、撞击，有引起爆炸燃烧的危险。对失去氧化膜的铁有显著腐蚀性，对不锈钢和搪瓷的腐蚀性不太显著。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
氯酸镁[$Mg(ClO_3)_2 \cdot 6H_2O$]/% ≥	40
氯化镁/% ≤	12
氯酸钠/% ≤	3.47

【用途】 用作棉花收获前的脱叶剂、小麦催熟剂、除莠剂、除草剂、干燥剂。也用作医药品。

【制法】 复分解法：将氯酸钠近饱和溶液加入处理器，预热至 90℃左右，加入氯化钡除去溶液中铬酸盐后送入反应器中，并加氯化镁进行复分解反应。然后再加入氯化钡和高锰酸钾饱和溶液，除去由卤块带入的硫酸盐和亚铁盐，滤出沉淀物，把滤液蒸发至 116～123℃时，析出大量氯化钠，立即趁热过滤除去，将滤液送入结晶器，在 35℃左右分离出未反应的氯酸钠。把氯酸镁精制液在 140～145℃下蒸发浓缩后冷却，制得氯酸镁成品。其反应式如下：

$$2NaClO_3 + MgCl_2 \cdot 6H_2O \longrightarrow Mg(ClO_3)_2 \cdot 6H_2O + 2NaCl$$

【安全性】

毒性及防护：LD_{50} 6438mg/kg(大鼠，经口)；LD_{50} 5235mg/kg(小鼠，经口)。本品助燃。对呼吸道有刺激性；为高铁血红蛋白形成剂。接触后出现头痛、头昏、虚弱；高浓度可致呼吸紊乱、虚脱甚至死亡。20%或 40%氯酸镁溶液溅到皮肤上，可使皮肤发红并有灼痛感，应立即用水充分清洗 15min 以上；患急性皮炎时，可用铅水洗剂、硼酸液清洗，涂上中性软膏；如不慎溅入眼内，用冷开水充分清洗 15min 以上，用 30%的磺胺乙酰滴入眼内。最高容许浓度建议为 $10mg/m^3$。该

物质对环境可能有危害，对水体应给予特别注意。

生产过程密闭，加强通风。避免产生粉尘，避免与还原剂接触。提供安全淋浴和洗眼设备。生产人员工作时应穿着工作服，戴口罩、乳胶手套等劳保用品，以保护呼吸器官和皮肤。摘棉花前先施药，至少7d后方可开始下地工作。

包装及贮运：①内衬塑料袋或两层牛皮纸袋，密封，外全开口或中开口钢桶包装；或螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶或塑料瓶外普通木箱。玻璃瓶装，每瓶净重0.5kg，外用木箱包装，每箱内装10瓶。包装上应有明显的“氧化剂”标志。②属二级无机氧化剂，危规编号：GB 5.1类51032。UN No.2732。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。远离火种、热源。包装应密封、防潮。严禁与酸类、易燃物、有机物、还原剂、自燃物品、遇湿易燃物品等并车混运。运输过程中要防雨淋和日晒，禁止震动、撞击和摩擦。装卸时要轻拿轻放，防止包装破裂。

失火时，可用大量水扑救，同时用干粉灭火剂闷熄。

【生产单位】 郑州市中原区鸿恒跃化工商行，北京恒业中远化工有限公司，天津科密欧化学试剂开发中心。

Ae044 氯酸钾

【别名】 白药粉

【英文名】 potassium chlorite

【结构式】 $KClO_3$

【分子量】 122.55

【物化性质】 无色单斜晶体或白色粉末，味咸而凉。相对密度2.32，熔点356℃。易溶于水，溶解度随温度升高而增加，水溶液呈中性。微溶于乙醇、甘油、液氨，不溶于丙酮。400℃时开始分解，加热至610℃时分解，并放出氧气。在有催化剂（二氧化锰等）存在时，较低温度下即可分解。在酸性介质中有强氧化作用；与碳、硫、磷等还原性物质及有机物、可燃物混合，受撞击时，易发生燃烧和爆炸。有毒！

【质量标准】 国家标准《工业氯酸钾》GB/T 752—2006

项目		指标		
		优等品	一等品	合格品
氯酸钾($KClO_3$)质量分数/%	≥	99.5	99.2	99.0
水分质量分数/%	≤	0.05	0.10	0.10
水不溶物质量分数/%	≤	0.02	0.10	0.10
氯化物(以KCl计)质量分数/%	≤	0.04	0.06	0.10
溴酸盐(以$KBrO_3$计)质量分数/%	≤	0.05	0.10	0.15
次氯酸盐试验		通过		
亚氯酸盐试验		通过		
重金属试验		通过		
碱土金属试验		通过		
125μm试验筛筛余物质量分数/%	≤	0.5	1.0	1.0

【用途】 主要用作制造火柴、烟火和火药。印染工业用作苯胺染料染色时的氧化剂和媒染剂，医药上用作杀菌剂和防腐剂，农业上用作除草剂。在印刷油墨、造纸等行业也有一定的用途。

【制法】 将经过处理的氯化钠水溶液进行电解，制得含氯酸钠400～500g/L的溶液，与一定量的固体氯化钾进行复分

解反应，反应液冷却至35℃以下，析出结晶，分离后得到粗制氯酸钾结晶。母液经冷冻后回收部分氯酸钾，并使溶液钾离子降到一定浓度后，返回盐水工序循环使用。将粗制氯酸钾结晶在110℃以上重溶解，并沉降出杂质，将近饱和的精制液冷却至30℃以下析出结晶，经离心分离、水洗、气流或沸腾床干燥、粉碎，制得氯酸钾成品。反应式如下：

$$NaCl + 3H_2O \longrightarrow NaClO_3 + 3H_2 \uparrow$$

$$NaClO_3 + KCl \longrightarrow KClO_3 + NaCl$$

【安全性】

毒性及防护：LD_{50} 1870mg/kg（大鼠，经口）。是一种血液毒物，能使血红蛋白变为变性血红蛋白，并使红细胞分解。能使皮肤受刺激甚至溃疡，并伴有脸部水肿。如不慎溅入眼睛或溅到皮肤上，应立刻用大量清水冲洗，重者应送医院治疗。吸入大量粉尘或误食本品发生急性中毒时，会出现呕吐胆汁、急性胃肠紊乱，并侵害肾脏，重者引起精神失常，甚至死亡。误食时，要饮用食盐水或温肥皂水使其吐出，并立即送医院治疗。致死量为10g。

生产及使用人员工作时应穿防静电工作服，戴防护口罩、乳胶手套等劳保用品，以保护呼吸器官和皮肤。生产设备要密闭，车间通风应良好。工作完毕后洗净工作服。

标志、包装、运输及贮运：①工业氯酸钾属一级无机氧化剂，危规编号：GB 5.1类51031。UN No.1485。属于强氧化剂，极易引起燃烧和爆炸。因此包装容器上应有牢固清晰的标志，内容包括：生产厂名、厂址、产品名称、商标、等级、净重、批号或生产日期、标准编号GB 190规定的“氧化剂”标志及GB 191规定的“怕热”和“怕湿”标志。②工业氯酸钾采用双层包装，内包装采用聚乙烯薄膜袋，或采用两层牛皮纸的袋包装，外包装采用厚度为0.7mm的钢桶。每桶净重不超过50kg。包装容器必须密封。③工业氯酸钾在运输过程中应有遮盖物，防止雨淋、受潮。搬运时小心轻放、严禁撞击，不能与易燃易爆物混运。④工业氯酸钾应贮存于阴凉、通风、干燥处，最好专仓专贮，严禁与油类、木炭等有机物和硫黄、磷、还原剂、易燃品、酸类等共贮混运。防止受热、受潮或阳光曝晒。

失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 江西万安氯酸盐有限责任公司，福州一化化学品有限公司，重庆长寿（盐）化工有限责任公司，湖南浏阳市化工厂有限公司。

Ae045 氯酸钠

【英文名】 sodium chlorate

【结构式】 $NaClO_3$

【分子量】 106.44

【物化性质】 无色或白色立方晶系结晶。味咸而凉。相对密度2.49，熔点255℃。易溶于水，水溶液呈中性；溶于乙醇、液氨、甘油。加热到300℃以上分解并放出氧气。在酸性溶液中或有诱导氧化剂和催化剂（如硫酸铵、硫酸铜、黄血盐等）存在时，呈现强氧化性。在酸性介质中与还原剂如二氧化硫、氯化钠、甲醇、双氧水等作用可放出二氧化氯。有极强的氧化力，与碳、硫、磷等还原性物质及有机物、可燃物混合，受撞击时，易发生燃烧和爆炸。有潮解性，在湿度很高的空气中能吸收水气而成溶液。有毒！

【质量标准】 国家标准《工业氯酸钠》GB/T 1618—2008

项目		指标		
		优等品	一等品	合格品
氯酸钠(以干基计)质量分数/%	≥	99.5	99.0	98.0
水分质量分数/%	≤	0.30	0.50	0.80
水不溶物质量分数/%	≤	0.01	0.03	0.03
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/%	≤	0.15	0.20	0.30
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/%	≤	0.01	0.1	
铬酸盐(以 CrO_4^{2-} 计)质量分数/%	≤	0.01	0.02	
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.005	0.05	

【用途】 氯酸盐中最重要的基本原料，主要用于制造二氧化氯、亚氯酸钠、高氯酸盐及其他氯酸盐。其次在农业上可用作除草剂，苯胺染料印染时用作氧化剂和媒染剂，是纸和纸浆的漂白剂的主要原料。无机工业用作氧化剂。医药工业用于制造药用氧化锌。还用于鞣革、烟火、印刷油墨制造、冶金矿石处理等。

【制法】 氯酸钠生产主要采用电解法，电解设备为外循环金属阳极电解槽，金属阳极电解槽又分为复极式电解槽和单极式电解槽，近年来又出现了单、复极形式相结合使用的电解装置。制造过程如下：将工业原盐加水于常温下溶解，使其浓度基本接近饱和，然后加入纯碱、烧碱、氯化钡除去钙、镁离子和硫酸根等杂质，澄清后的清液经过过滤、调酸、加入红矾钠，得到精盐水（$NaCl \geqslant 280g/L$；$Na_2Cr_2O_7$ $2 \sim 3g/L$；$Ca^{2+}+Mg^{2+} \leqslant 10\times10^{-6}$；$SO_4^{2-} < 5g/L$），送去电解，经过一系列电化学反应和化学反应生成氯酸钠和氯化钠的混合物（称为电解完成液或电水，组成：$NaClO_3$ $450 \sim 500g/L$，$NaCl$ $80 \sim 100g/L$）。

阳极反应：

$$2Cl^- - 2e \longrightarrow Cl_2\uparrow$$

阴极反应：

$$2H^+ + 2e \longrightarrow H_2\uparrow$$

化学反应：

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HClO + HCl$$

$$2HClO + ClO^- \longrightarrow ClO_3^- + 2HCl$$

总反应式：

$$NaCl + 3H_2O \longrightarrow NaClO_3 + 3H_2\uparrow$$

电解产生的氢气由反应器顶部的导管导出，进行除氯、除氧后可回收使用。

将电解完成液中加入烧碱、尿素等，并附以压缩空气除去溴酸盐、次氯酸盐后送去蒸发浓缩。溶解度小的氯化钠先析出结晶，经洗涤后送去化盐配制精盐水。浓缩液经保温沉降，送至结晶器进行冷却结晶，经离心分离、洗涤。干燥，制得氯酸钠成品。母液返回继续蒸发回用。

【安全性】

毒性及防护：LD_{50} 1200mg/kg（大鼠，经口）；LD_{50} 1200mg/kg（小鼠，腹腔）。本品粉尘对呼吸道、眼及皮肤有刺激性。口服急性中毒，表现为高铁血红蛋白血症、胃肠炎、肝肾损伤，甚至发生窒息。如不慎将氯酸钠溅入眼睛或溅到皮肤上，应立刻用水冲洗干净。吸入氯酸钠粉尘，因积累在体内而引起中毒，会出现恶心、大量呕吐、下泻、呼吸困难、肾损害等症状。误食时，要立即饮服食盐水或温肥皂水使其吐出，然后速送医院治疗。致死量为 10g。

生产人员工作时应穿工作服，戴防护口罩、乳胶手套、塑料或橡皮围裙，穿长统胶靴等劳保用品，以保护呼吸器官和皮肤。生产设备要密闭，车间通风应良好。下班后要洗淋浴，洗净工作服。

包装及贮运：①工业氯酸钠的包装容器上应有牢固清晰的标志，内容包括：生

产厂名、厂址、产品名称、商标、等级、净重、批号或生产日期、执行标准编号GB/T 1618—2008、氧化剂标志和怕热、怕湿标志。②工业氯酸钠采用双层包装：内包装采用聚乙烯塑料袋，或采用两层牛皮纸袋，外包装采用钢桶。每桶净重不超过50kg。塑料内包装袋用维尼龙绳将袋口扎紧，牛皮纸袋应用维尼龙线缝口。③工业氯酸钠在运输过程中应有遮盖物，防止雨淋、受潮，搬运时要小心轻放，防止摩擦，严禁撞击，不得与糖类、油类、木炭等有机物，硫黄、赤磷、还原剂、硝酸盐、酸类（尤其是硫酸）和一切易燃物品共贮混运。④属一级无机氧化剂，危规编号：21014。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。防止受热、受潮或阳光曝晒。严防粉末散落在地上，如有散落，必须立刻用湿黄沙拌和后扫干净，并用水冲洗。

失火时，先用砂土，再用雾状水和各种灭火器扑救，但不可用高压水。

【生产单位】 内蒙古兰太实业股份有限公司，江西万安氯酸盐有限责任公司，福州一化化学品有限公司，青海苏青氯酸盐有限责任公司，重庆索特银桥氯酸盐有限公司。

Ae046 高氯酸

【别名】 过氯酸

【英文名】 perchloric acid

【结构式】 $HClO_4$

【分子量】 100.46

【物化性质】 无色不稳定的微发烟液体。相对密度1.764，熔点－112℃，沸点39℃（7466.032Pa）。加热至约90℃时开始分解。无水高氯酸极不稳定，常压下不能制得，一般只能制得水合物。极易溶于水，可与水以任何比例混溶，其水溶液有很好的导电性。是强酸，又是强氧化剂，具有强腐蚀性，能破坏有机材料，与某些有机物接触，在遇热的条件下极易引起爆炸。能与铁、铜、锌等进行剧烈反应生成氧化物，能将黄磷和硫黄分别氧化成磷酸和硫酸。

【质量标准】 国家标准GB/T 623—2011（试剂级）

名称	指标	
	优级纯	分析纯
$HClO_4$含量质量分数/% ≥	70.0～72.0	70.0～72.0
色度/黑曾单位 ≤	10	15
乙醇不溶物质量分数/% ≤	0.001	0.002
灼烧残渣(以硫酸盐计)质量分数/% ≤	0.003	0.006
氯酸盐(ClO_3^-)质量分数/% ≤	0.001	0.002
氯化物(Cl^-)质量分数/% ≤	0.0001	0.0003
游离氯(Cl)质量分数/% ≤	0.0005	0.001
硫酸盐(SO_4^{2-})质量分数/% ≤	0.0005	0.001
总氮量(N)质量分数/% ≤	0.0005	0.001
磷酸盐(PO_4^{3-})质量分数/% ≤	0.0002	0.0005
硅酸盐(以SiO_3^{2-}计)质量分数/% ≤	0.005	0.005
砷(As)质量分数/% ≤	0.000005	—
锰(Mn)质量分数/% ≤	0.00005	—
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.00005	0.0001
铜(Cu)质量分数/% ≤	0.00001	0.00005
银(Ag)质量分数/% ≤	0.0005	—
铅(Pb)质量分数/% ≤	0.00001	0.00005

【用途】 广泛应用于化学分析试剂。也用于电镀工业、电影胶片、人造金刚石工业、电抛光工业和医药工业。也用于生产砂轮时除去碳粒杂质。用作强氧化剂，还用于生产烟花和炸药。50%高氯酸用作丙烯腈聚合物的溶剂。是制造某些金属高氯酸盐的原料。

【制法】 将高氯酸钠溶液加入反应器，再加入31%盐酸（用量为理论量的110%～120%）进行复分解反应，生成高氯酸，过滤除去氯化钠结晶，滤液经减压蒸发浓缩至高氯酸含量60%以上，再次滤去析出的氯化钠结晶，即得工业高氯酸。其反

应式如下：

$$NaClO_4 + HCl \longrightarrow HClO_4 + NaCl$$

如果需要更高浓度的产品，可以再次进行减压蒸馏，除去不挥发物，再在分馏塔中除去部分水分，即可得到70%以上的高氯酸产品。

【安全性】

毒性及防护：LD_{50} 1100mg/kg(大鼠，经口)；400mg/kg(犬，经口)。本品有强烈腐蚀性、强刺激性，皮肤黏膜接触、误食或吸入后，引起强烈刺激症状，并可致人体灼伤。高氯酸烟雾对皮肤和黏膜有刺激性，尤其侵蚀眼睛和鼻腔黏膜。如不慎溅到皮肤上，应立即用大量清水和肥皂水冲洗干净；若溅入眼内，迅速用温水或稀硼酸水冲洗15min，严重者应立即送医院治疗。

生产人员工作时应穿聚乙烯工作服，戴防护口罩、乳胶手套等劳保用品，以保护呼吸器官、眼睛和皮肤。生产设备要密闭，车间通风应良好。

包装及贮运：①用玻璃瓶装，每瓶净重5kg，外用木箱包装，每一木箱装4瓶，内有蛭石填充；或用塑料桶装，每桶净重25kg。包装上应有明显的“腐蚀品”标志。②属一级无机酸性腐蚀物品，危规编号：高氯酸（含量50%～72%）列入5.1类，高氯酸（含量≤50%）列入8.1类，81022；UN No.1802。含量超过72%的高氯酸禁止运输。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。包装必须密封。不可与有机物、还原剂、易燃物，如硫、磷等共贮混运。运输过程中要防热、防晒、防剧烈振荡，切勿倒置。装卸时要轻拿轻放，防止包装破裂。

失火时，可用雾状水、砂土和各种灭火器扑救。消防人员必须穿戴消防用品，以防溶液与皮肤接触。

【生产单位】 上海华谊集团华原化工有限公司，北京益利精细化学品有限公司，常州市科丰化学试剂厂，成都化学试剂厂，广州化学试剂厂。

Ae047 高氯酸铵

【别名】 过氯酸铵

【英文名】 ammonium perchlorate

【结构式】 NH_4ClO_4

【分子量】 117.49

【物化性质】 外观为无色或白色结晶，属双晶体-菱形和长方形，两种晶体形式之间的转变点为240℃，转化热为9.62kJ/mol。相对密度1.952（25℃），易溶于水、甲醇和丙酮，微溶于醇，有潮结性。高氯酸铵是一种强氧化剂，与有机物、还原性物质和可燃物混合，加热或遭受撞击、摩擦时能引起爆炸。熔点为200℃(分解)。

【质量标准】 化工行业标准《工业高氯酸铵》HG/T 3813—2006

项目		优等品	一等品
外观		白色结晶粉末	
高氯酸铵(NH_4ClO_4)质量分数/%	≥	99.5	98.8
水分的质量分数/%	≤	0.05	0.10
水不溶物质量分数/%	≤	0.05	0.20
氯化物(以NaCl计)质量分数/%	≤	0.15	0.20
氯酸盐(以$NaClO_3$计)质量分数/%	≤	0.02	0.04
溴酸盐(以$NaBrO_3$计)质量分数/%	≤	0.004	—
硫酸盐灰分质量分数/%	≤	0.25	0.40

续表

项目		优等品	一等品
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.001	—
热稳定性[(177±2)℃]/h	≤	3	—
pH 值		4.3～5.8	

注：产品的细度根据用户要求确定，并按本标准规定的试验方法测定。

【用途】 主要用作火箭推进剂，还可用于制造烟火。可作高氯酸铵炸药的配合剂、人工防冰雹用药剂、氧化剂及分析试剂。

【制法】 电解-复分解法：将工业氯酸钠在溶解罐内加水加热使之溶解，得到浓度为 600～650g/L 的氯酸钠溶液，加入氢氧化钡除去铬酸根、硫酸根杂质，经过足够时间的沉降后，将澄清液送往电解槽进行电解，生成浓度达 800g/L 的高氯酸钠溶液。经过除氟、除重金属离子后的高氯酸钠溶液加入到复分解反应器中，按计量加入氯化铵进行复分解反应，生成高氯酸铵和氯化钠的混合液，离心过滤除去氯化钠结晶，将滤液减压蒸发浓缩、冷却结晶，即可得到高氯酸铵的粗晶，经重溶解精制，冷却结晶、粒度分级，离心分离、干燥，制得高氯酸铵成品。其反应式如下：

$$NaClO_3 + H_2O \longrightarrow NaClO_4 + H_2\uparrow$$

$$NaClO_4 + NH_4Cl \longrightarrow NH_4ClO_4 + NaCl$$

【安全性】

毒性及防护：LD_{50} 3500mg/kg(大鼠，经口)。粉尘对眼睛、皮肤、呼吸系统有刺激作用。如不慎溅入眼睛或溅到皮肤上，应立即用水冲洗干净，严重者速送医院治疗。

生产人员工作时应穿防静电工作服，戴防护口罩或防毒面具、乳胶手套，穿长筒胶靴等劳保用品，以保护呼吸器官、眼睛和皮肤。生产设备要密闭，车间通风应良好。工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作完毕，淋浴更衣。工作服应勤洗勤换，保持良好的卫生习惯。

包装及贮运：①用内衬塑料袋的铁桶包装，每桶净重 25kg，包装上应有明显的“强氧化剂”、“易爆品”标志。包装上还应注明生产厂名、厂址、产品名称、商标、等级、净重、批号或生产日期。②属一级无机氧化剂，爆炸品。危规编号：GB 1.1 类 11081。UN No.0402。也作氧化剂列入 5.1 类。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，包装必须密封。不得与可燃物品、有机物、还原剂、自燃物品、酸类物质、硫黄、炭、橡胶、木屑、棉毛、金属粉末等物品共贮混运。运输过程中要防雨淋和日晒，注意防潮。装卸时应轻拿轻放，严禁碰撞或摩擦。

失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 大连高佳化工国际工贸公司，上海谱振生物科技有限公司。

Ae048 高氯酸钾

【别名】 过氯酸钾

【英文名】 potassium perchlorate

【结构式】 $KClO_4$

【分子量】 138.55

【物化性质】 无色斜方晶系结晶或白色粉末。相对密度 2.52。它对热的稳定性好，纯品的熔点为 610℃（分解）；分解产物为 KCl 和 O_2，中间产物为 $KClO_3$。工业品因含有杂质，加热至 400℃时就分解。高氯酸钾几乎不溶于醇和乙醚，微溶于水，水溶液呈中性，溶解度随温度的增高而增大（20℃为 1.67g/100g 水，100℃为

22.2g/100g 水）。高氯酸钾系强氧化剂，与碳、硫、磷及有机物混合，受碰撞和摩擦易产生燃烧和爆炸。当有氯化钾、溴化钾、铜、铁等存在时，分解反应会加速进行。稳定性好于氯酸钾。

【质量标准】 化工行业标准《工业高氯酸钾》HG 3247—2008

项目			指标	
			优等品	一等品
高氯酸钾($NaClO_4$)质量分数/%		≥	99.2	99.0
水分质量分数/%		≤	0.02	0.02
氯化物(以 KCl 计)质量分数/%		≤	0.05	0.08
氯酸盐(以 $KClO_3$ 计)质量分数/%		≤	0.05	0.10
次氯酸盐含量			无	无
溴酸盐(以 $KBrO_3$ 计)质量分数/%		≤	0.02	—
钠(以 $NaClO_4$ 计)质量分数/%		≤	0.20	—
钙镁盐(以氧化物计)质量分数/%		≤	0.20	—
水不溶物质量分数/%		≤	0.01	—
铁(以 Fe_2O_3 计)质量分数/%		≤	0.002	
pH 值			7±1.5	—
粒度(通过率)/% ≥	420μm 试验筛		100	—
	180μm 试验筛		99.9	—
	150μm 试验筛		99.5	99.0
	75μm 试验筛		90.0	—

注：如用户对溴酸盐含量有要求，可由供需双方协商，进行检验。

【用途】 高氯酸钾用途较广，用于炸药、烟花、鞭炮、高级安全火柴、医药、摄影药剂、分析试剂、氧化剂及火箭、导弹推进剂等。在同系列的推进剂中，含高氯酸钾的推进剂比含高氯酸铵的推进剂燃烧的快，燃烧能够进行的最低压力较高，燃速指数很高。还可用作解热、利尿等的药剂。

【制法】 将工业氯酸钠在溶解罐内加水加热使之溶解，得到浓度为 600～650g/L 的氯酸钠溶液，加入氢氧化钡除去铬酸根、硫酸根杂质，经过足够时间的沉降后，将澄清液送往电解槽进行电解，生成浓度达 800g/L 的高氯酸钠溶液，送入复分解反应罐，与氯化钾溶液进行复分解反应，反应液冷却至 30℃左右析出高氯酸钾结晶，经离心分离、洗涤，干燥、粉碎制得高氯酸钾成品。母液经蒸发、浓缩、冷冻，回收部分高氯酸钾，剩余氯化钠溶液可经处理后返回氯酸钠的盐水车间回用。其反应式如下：

$$NaClO_3 + H_2O \longrightarrow NaClO_4 + H_2\uparrow$$

$$NaClO_4 + KCl \longrightarrow KClO_4 + NaCl$$

【安全性】

毒性及防护：高氯酸钾粉尘对眼睛、皮肤、呼吸系统有刺激作用。高浓度接触，严重损害黏膜、上呼吸道、眼睛及皮肤。中毒表现有烧灼感、咳嗽、喘息、气短、喉炎、头痛、恶心和呕吐等。如不慎溅入眼睛或溅到皮肤上，应立即用大量清水冲洗干净，严重者速送医院治疗。如不慎误食，应立即催吐，并用水漱口，给饮牛奶或蛋清，就医。

生产人员工作时应穿工作服，戴防护口罩或防毒面具、乳胶手套，穿长筒胶靴等劳保用品，以保护呼吸器官、眼

睛和皮肤。生产设备要密闭，车间通风应良好。在下班后要洗净工作服，冲洗淋浴。

包装及贮运：①工业高氯酸钾采用内衬聚乙烯塑料袋的全开口钢桶中直开口钢桶包装，每桶净重40kg或50kg。包装上应有明显的“氧化剂”和“怕热”、“怕湿”标志；还应包括生产厂名、厂址、产品名称、商标、等级、净含量、批号或生产日期。②工业高氯酸钾属一级无机氧化剂，危规编号：GB 5.1类51019。UN No.1489。应贮存在阴凉、通风，干燥的库房内，远离火种、热源，库温不超过30℃，相对湿度不超过80%。防止日晒、受潮，防撞击、远离易燃物，禁止与有机物、酸、油类、硫、磷等同仓共贮。③工业高氯酸钾运输过程中要有遮盖物，防止雨淋、日晒、包装破损，不得倒置。禁止与有机物、酸、油类、易燃物共运。装卸时要轻拿轻放，防止摩擦，严禁撞击。

失火时，可用砂土、雾状水扑救。

【生产单位】 江西铜鼓县永宁化工有限责任公司，湖南南岭化工厂，江西万安氯酸盐有限责任公司，重庆长寿（盐）化工有限责任公司，湖南浏阳市化工厂有限责任公司。

Ae049 高氯酸钠

【别名】 过氯酸钠

【英文名】 sodium perchlorate

【结构式】 $NaClO_4$

【分子量】 122.45

【物化性质】 无水高氯酸钠为白色正方或斜方结晶，无吸湿性。易溶于水和乙醇、甲醇、丙酮，不溶于醚。相对密度2.532，熔点482℃（分解）。工业高氯酸钠一般均以一水物的形式存在，分子式为$NaClO_4 \cdot H_2O$，分子量140.44，外观为白色六方形晶体，有吸湿性，熔点130℃（分解），相对密度2.02，易溶于水和乙醇。从一水盐转变为无水盐的温度为52.75℃。高氯酸钠是一种强氧化剂，与有机物、可燃物或还原性物质接触混合，受撞击震动或摩擦时，可发生爆炸。与浓硫酸接触也能发生爆炸。有毒！

【质量标准】 国家标准《工业高氯酸钠》GB/T 23850—2009

项目		Ⅰ型		Ⅱ型	
		一等品	合格品	一等品	合格品
外观		白色结晶粉末			
高氯酸钠($NaClO_4 \cdot nH_2O$)质量分数/%	≥	99.3	99.0	98.0	97.0
水不溶物质量分数/%	≤	0.03	0.05	0.03	0.05
氯化物(以Cl^-计)质量分数/%	≤	0.05	0.06	0.05	0.06
氯酸盐(以ClO_3^-计)质量分数/%	≤	0.15	0.20	0.15	0.20
硫酸盐(以SO_4^{2-}计)质量分数/%	≤	0.03	0.05	0.03	0.05
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.003	0.005	0.003	0.005
水分质量分数/%	≤	0.20	0.30	—	—

注：$NaClO_4 \cdot nH_2O$中n =0或1。

【用途】 强氧化剂，主要用作制造高氯酸和其他高氯酸盐的原料。用于火药工业。

【制法】 电解法：将工业氯酸钠在溶解罐内加水加热使之溶解，得到浓度为600～650g/L的氯酸钠溶液，加入氢氧

化钡除去铬酸根、硫酸根杂质，经过足够时间的沉降后，将澄清液送往电解槽进行电解，生成浓度达 800g/L 以上的高氯酸钠溶液，经蒸发浓缩，冷却至 30℃析出结晶，固液分离，在 80～100℃下进行气流干燥，制得高氯酸钠。其反应式如下：

$$NaClO_3 + H_2O \longrightarrow NaClO_4 + H_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：LD_{50} 2100mg/kg（大鼠，经口）；LD_{50} 551mg/kg（小鼠，腹腔）。高氯酸钠粉尘能刺激皮肤、眼睛、咽喉、鼻黏膜等。如不慎溅入眼睛或溅到皮肤上，立即用水冲洗干净。

生产人员工作时应穿工作服，戴防护口罩或防毒面具、乳胶手套，穿长筒胶靴等劳保用品。生产设备要密闭，车间通风要良好，下班后要洗淋浴。

包装及贮运：①用内衬塑料袋的编织袋或阻燃塑料桶包装，每个包装净重 25kg 或 50kg。包装上应有明显的“氧化剂”和“易爆品”标志。②属一级无机氧化剂，危规编号：GB 5.1 类 51018。UN No. 1502。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，包装必须密封。不得与易燃易爆物品、有机物、还原剂、自燃物品、油类和浓酸、硫、磷等物品共贮混运，在运输过程中要防雨淋和曝晒，注意防潮。装卸时要轻拿轻放，严禁碰撞或摩擦。

失火时，可用水、砂土、各种灭火器扑救。

【生产单位】 河北省亚泰电化有限公司，广州市黄埔锦兴化工有限公司。

Ae050 亚氯酸钠

【英文名】 sodium chlorite

【结构式】 $NaClO_2$

【分子量】 90.44

【物化性质】 工业亚氯酸钠为白色或微带黄绿色结晶粉末或颗粒。稍有吸湿性，在常温下较为稳定。无水物加热至 350℃时尚不分解，含水亚氯酸钠加热到 130～140℃即分解。易溶于水（5℃时为 34%；30℃时为 46%）。碱性水溶液对光稳定，酸性水溶液受光影响则产生爆炸性分解，酸性越大，分解速度越快，分解时放出二氧化氯（或氧气和氯气）。强氧化剂，纯品的理论有效氯含量 157%，氧化能力为漂白粉的 4～5 倍，是漂粉精的 2～3 倍。与木屑、有机物、硫、磷、碳及其他可燃物等接触混合，撞击、摩擦时能引起爆炸。与还原性物质接触，能引起剧烈反应。

【质量标准】 化工行业标准《工业亚氯酸钠》HG/T 3250—2010

项目			指标
亚氯酸钠($NaClO_3$)质量分数/%	固体	≥	78.0
	液体	≤	15.0～50.0
以亚氯酸钠含量为 80% 的产品为基准	氯酸钠($NaClO_3$)质量分数/%	≤	2.0
	氢氧化钠(NaOH)质量分数/%	≤	1.0
	碳酸钠(Na_2CO_3)质量分数/%	≤	2.0
	氯化钠(NaCl)质量分数/%	≤	19.0
	硫酸钠(Na_2SO_4)质量分数/%	≤	1.0
	硝酸钠($NaNO_3$)质量分数/%	≤	0.1
	砷(As)质量分数/%	≤	0.0003

【用途】 亚氯酸钠是一种高效氧化剂漂白剂。亚氯酸钠的理论有效氯含量为 157%，纯度为 80%以上的工业品其有效氯含量也达 130%，相当于漂白粉的 7

倍。亚氯酸钠主要用于纸浆、纸张和各种纤维如亚麻、萱麻、棉、苇类、黏胶纤维等的漂白。因其具有氧化还原电位适中的特点，用于合成纤维（如洗涤等）、天然纤维（如棉、麻、桑、纸浆等植物纤维）及人造纤维（如人造丝等）的漂白时，它既能除去色素杂质，也不损伤纤维，从而可以获得较高质量的漂白成品，这是过氧化氢及其他含氯漂白剂无可比拟的。随着人们认识的不断提高，特别是作为第四代消毒剂，二氧化氯在医疗卫生、食品加工、水产养殖、饮水消毒、工业水处理及干燥花工艺等方面得到进一步运用，用亚氯酸钠处理饮用水，除具有杀菌、灭藻、消毒性外，尚有脱臭效果。对被酚或酚化合物污染的水质，经处理后，可脱除酚和酚化合物。此外，亚氯酸钠还可用于砂糖、面粉、淀粉、油脂和蜡的漂白精炼，以及某些金属的表面处理、阴丹士林染色的拔染剂等。

【制法】 亚氯酸钠的主要生产方法为双氧水法，具体过程为：将氯酸钠用水配制成浓度为600g/L左右的溶液后，与浓硫酸按一定的比例与速度加入二氧化氯发生器，与二氧化硫和空气混合气在二氧化氯发生器内进行反应，生成的二氧化氯混合气体（二氧化氯含量约10%）经吸收塔或喷射吸收器与双氧水、液体烧碱进行反应，生成亚氯酸钠溶液。经沉降或过滤后，清液即为液体亚氯酸钠产品。将清液蒸发、浓缩、冷却结晶、离心、干燥，即可制得固体亚氯酸钠成品。其反应式如下：

$$2NaClO_3 + SO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow 2ClO_2 + 2NaHSO_4$$

$$2ClO_2 + 2NaOH + H_2O_2 \longrightarrow 2NaClO_2 + 2H_2O + O_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：粉尘能刺激皮肤、黏膜和眼睛。如不慎将亚氯酸钠溅入眼睛或溅到皮肤上，应立刻用大量水冲洗干净。吸入亚氯酸钠粉尘，因积累在体内而引起中毒，会出现恶心、大量呕吐、下泻、呼吸困难、肾损害等症状。误食时，要立即饮服食盐水或温肥皂水使其吐出，然后速送医院治疗。致死量为10g。

生产人员工作时，应穿工作服，戴防护口罩、乳胶手套、塑料或橡皮围裙，穿长筒胶靴等劳保用品，以保护呼吸器官和皮肤。生产设备要密闭，车间通风应良好。下班后要洗淋浴。工作服应勤洗勤换。

包装及贮运：①工业亚氯酸钠的固体产品用内衬塑料袋的铁桶包装，要求桶内塑料袋为两层，桶口应密闭不露，铁桶厚度不小于0.5mm；液体样品采用聚氯乙烯塑料桶包装。每桶净含量25kg、50kg或根据用户要求包装。包装上应有明显的“氧化剂”标志。②工业亚氯酸钠在运输过程中应有遮盖物，避免雨淋和阳光直射，不得与酸类物质、还原性物质、易燃品、有机物混运。③固体亚氯酸钠属二级无机氧化剂，强氧化剂，危规编号：23009，极易引起燃烧和爆炸，应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，但不能放在木结构的库房里。不可与易燃品、有机物、酸类和还原剂共贮。注意防潮，防止日晒。远离热源和火种。搬运时要小心轻放，严禁撞击，防止摩擦。

失火时，可用水、砂土、泡沫灭火器扑救。

【生产单位】 山东东营市盛达化工厂，山东高密高源企业集团公司电化厂，山东三利化工有限公司，山东高密海林化工有限公司，江苏省连云港市硫酸厂。

Ae051 次氯酸钙

【别名】 漂粉精

【英文名】 calciumhypochlorite; bleaching powder, concentrated

【结构式】 $Ca(ClO)_2$

【分子量】 142.92

【物化性质】 白色粉末状固体，有强刺激性氯臭。主要成分为次氯酸钙，含有少量的氯化钙和氢氧化钙。其有效氯含量达60%～70%。易溶于水，遇水放出大量热和初生态氧。加热急剧分解引起爆炸，与酸作用可放出氯气，与有机物及油类反应能引起燃烧，遇光易发生分解和爆炸而产生氧气和氯气。由于氯化钙和水分含量均较低，故其稳定性比漂白粉高，在常温下贮存200d以上不分解。贮存一年后，有效氯含量降低6.6%，三年以后降低14%。

【质量标准】 国家标准《次氯酸钙》GB/T 10666—2008

指标名称	钠法			钙法		
	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
有效氯(以 Cl 计)质量分数/% ≥	70.0	65.0	60.0	65.0	60.0	55.0
水分质量分数/%	4～10			≤3		
稳定性检验有效氯损失质量分数/% ≤	—	—	—	8.0	10.0	12.0
粒度/% ≥	90.0 (355μm～1.4mm)	85(355μm～1.4mm)	—	90.0 (355μm～2mm)	—	—

【用途】 是一种高效漂白剂。主要用于棉麻纺织品、化学纤维、纸浆、淀粉的漂白、污染物的生化处理等，也用于饮用水、游泳池水的消毒和杀菌。军工方面可用作化学毒剂（如芥子气等）和放射性的消毒剂。

【制法】

（1）钙法　先将石灰石与白煤按1∶(0.11～0.13)的配比间断从石灰窑顶部加入石灰窑中进行煅烧，煅烧温度800～1200℃，生成的石灰从窑底间断排出，将其加水消化，得到含有少量游离水的消石灰，陈化8d以上，经绞龙送至风选系统除渣。而粉末状消石灰经旋风分离器进行气固相分离。

含有3%～6%游离水分的细粒消石灰，经消石灰仓下的绞龙从氯化塔的第四层加入，氯气（液氯液化尾气）从氯化塔第一层通入，漂白粉成品由氯化塔第一层排出。其反应式如下：

$$2Ca(OH)_2 + 2Cl_2 \longrightarrow Ca(ClO)_2 \cdot CaCl_2 \cdot 2H_2O$$

从氯化塔排出的尾气，用液碱吸收后生成次氯酸钠，废气放空。

（2）钠法　将精选的氧化钙加水和部分母液（来自后续工序）消化后，消化乳液经连续过滤后备用；滤渣加盐酸处理成氯化钙，酸化pH值为6～9。氯化分两次连续进行：消化乳液进入第一反应罐，向其中通入氯气和烧碱溶液，进行第一次氯化反应，为了氯化反应完全，溢流出的一次氯化液进入第二反应罐进行二次氯化，反应式如下：

$$2Ca(OH)_2 + 2Cl_2 \longrightarrow Ca(ClO)_2 + CaCl_2 + 2H_2O$$

$$2NaOH + Cl_2 \longrightarrow NaClO + NaCl + H_2O$$

$$2NaClO + CaCl_2 \longrightarrow Ca(ClO)_2 + 2NaCl$$

总反应式：$Ca(OH)_2 + 2NaOH + 2Cl_2 \longrightarrow Ca(ClO)_2 + 2NaCl + 2H_2O$

反应过程中放出大量的热，应用冷冻盐水及时移走，以控制反应温度。

由二次氯化罐流出的反应液，经析盐器，利用次氯酸钙与氯化钠结晶粒度的不同，将氯化钠从析盐器底部分离流出。析盐器上部的浆料经分离后得到次氯酸钙的滤饼，进行脱水干燥制得成品，母液返回消化氧化钙。

【安全性】

毒性及防护：急性毒性：LD_{50} 850mg/kg（大鼠，经口）。本品粉尘和放出的氯气对呼吸道、皮肤和眼睛有强烈的刺激作用。如不慎溅入眼内，应立即提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗；触及皮肤要立即脱去污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤；如皮肤被灼烧时应用稀硫代硫酸钠溶液和清水洗涤，并涂敷橄榄油；如不慎吸入，应迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。以上情况严重者，应立即就医。

操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴头罩型电动送风过滤式防尘呼吸器，穿胶布防毒衣，戴氯丁橡胶手套。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。远离易燃、可燃物，避免产生粉尘。下班后及时洗澡。

包装及贮运：①应装于内衬塑料袋的铁桶（铁皮厚不低于 0.5mm）内，每桶净重 40kg、45kg 或 50kg。包装上应有明显的“氧化剂”标志。②属无机其他腐蚀物品，危规编号：GB 5.1 类 51043。UN No.1748。应贮存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不超过 30℃，相对湿度不超过 80%。包装要求密封，不可与空气接触。应与有机物、易燃物、易爆物、还原剂、毒害物、酸类等隔离存放，切忌混贮。不宜大量贮存或久存。次氯酸钙从生产之日起，一年内有效氯降低：钠法不大于 10%，钙法不大于 5%。在运输过程中应有遮盖物，避免雨淋和阳光直射，不得与酸类物质、还原性物质、易燃品、有机物混运。装卸时要轻拿轻放，不可滚动。③失火时，可用砂土、二氧化碳灭火器扑救。消防人员要戴防毒面具或防毒口罩。

【生产单位】 迁安市长城化工有限公司，滨州市津滨精细化工有限公司，广西柳州东风化工有限责任公司，江苏华昌（集团）有限公司。

Ae052 漂白粉

【英文名】 bleaching powder; calium hypochlorate

【结构式】 $3Ca(ClO)_2 \cdot 2Ca(OH)_2 \cdot 2H_2O$

【分子量】 613.01

【物化性质】 白色粉末，具有类似氯气的臭味。溶解于水，其水溶液呈碱性，为黄绿色半透明液体。相对密度 2.35。在无水状态时极为稳定，加热至 150℃，呈爆炸性分解，放出氧。与有机物接触时，会由于氧化发热，导致温度急剧上升而分解。遇水即可分解成为次氯酸。暴露于空气中，易吸收水分、二氧化碳（或遇无机酸类）而分解放出次氯酸和氯气，次氯酸随即分解生成氯化氢和新生态氧，有漂白作用。有镍、钴、铁、铜、锰等金属离子存在时，可以促使其分解。有消毒、杀菌能力，是强氧化剂。工业品由于组成中含有氯化钙，容易吸潮，性质极不稳定，日光、受热、酸度均能使其变质而降低有效氯成分。与有机物、易燃液体混合能发热自燃，受高热会发生爆炸。有毒！

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2496—2006

项目	规格		
	B-35	B-32	B-28
有效氯(以 Cl 计)/% ≥	35.0	32.0	28.0
水分/% ≤	4.0	5.0	6.0
总氯量与有效氯之差/% ≤	2.0	3.0	4.0
热稳定系数 ≥	0.75	—	—

【用途】 主要用于造纸工业纸浆的漂白和纺织工业棉、麻、丝纤维织物的漂白。也用于城乡饮用水、游泳池水等的杀菌、消毒。化学工业用于乙炔的净化、氯仿和其他有机化工原料的制造。可作羊毛防缩

剂、脱臭剂等。

【制法】 石灰乳氯化法：石灰石煅烧生成的石灰，经破碎、消化、风选、配浆送入氯化反应釜，通入氯气进行氯化反应生成漂白粉，再经离心分离、干燥、磨粉，制得精成品。其反应式如下：

$$8Ca(OH)_2 + 6Cl_2 \longrightarrow$$
$$3Ca(OCl)_2 \cdot 2Ca(OH)_2 \cdot 2H_2O + 3CaCl_2 + 4H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见次氯酸钙。

包装及贮运：①漂白粉的优等品必须用内衬聚乙烯薄膜袋的铁桶（壁厚0.5mm）包装，封好塑料袋，铁盖用铁箍箍紧。其他级别的漂白粉用铁桶、纸板桶、木箱或编织袋内衬聚乙烯塑料袋包装，封口必须严密。每桶净重25kg、30kg、40kg、50kg、100kg。包装上应有明显的“氧化剂”标志以及生产厂名、厂址、产品名称、商标、生产批号、净重、等级的标志。②属一级无机氧化剂，危规编号：氧化剂，GB 5.1 类 51509。UN No.2208。应贮存在通风、干燥的库房内。不可与有机物、酸类、油类及还原剂共贮混运。远离热源和火种。运输过程中要防止雨淋和日光曝晒。装卸时要轻拿轻放，避免撞击和滚动。从生产之日起计，一个月内有效氯含量降低不得大于3%。

失火时，可用水、砂土和二氧化碳灭火器扑救。消防人员要戴防毒口罩。

【生产单位】 济宁中银电化有限公司，迁安市长城化工有限公司，山东滨化集团滨州第二化工有限责任公司。

Ae053 次氯酸钠

【别名】 漂白水；漂液；漂水

【英文名】 sodiumhypochlorite；bleaching liquor

【结构式】 NaClO

【分子量】 74.45

【物化性质】 固态次氯酸钠为白色粉末，极不稳定，受热后迅速分解，在碱性状态时较稳定。常用的固体次氯酸钠一般都带一个或多个结晶水：一水合次氯酸钠（$NaClO \cdot H_2O$），熔点75～80℃；$NaClO \cdot 2.5H_2O$，熔点58℃；五水合次氯酸钠（$NaClO \cdot 5H_2O$），熔点27℃。无水次氯酸钠更不稳定，即使在很低的温度下，也很容易分解，甚至爆炸。工业品的次氯酸钠，一般是无色或淡黄色液体，具有刺激性气味，含有效氯为10%～12%。其化学稳定性受酸碱性、光和热、重金属阳离子、空气和CO_2的影响很大。按造成次氯酸钠分解原因划分，可分为自然分解、过氧化分解、光化学分解、热分解、空气和二氧化碳分解以及在Fe、Ni、Co、Mn等金属离子存在下造成的催化分解。在碱性介质中比较稳定，溶液中含有2%～3%的游离碱时，保存期可达十天以上。

【质量标准】 国家标准 GB 19106—2003

项目		型号规格				
		A①		B②		
		Ⅰ型	Ⅱ型	Ⅰ型	Ⅱ型	Ⅲ型
有效氯(以 Cl 计)的质量分数/%	≥	10.0	5.0	13.0	10.0	5.0
游离碱(以 NaOH 计)的质量分数/%		0.1～1.0		0.1～1.0		
铁(以 Fe 计)的质量分数/%	≤	0.005		0.005		
重金属(以 Pb)的质量分数/%	≤	0.001		—		

续表

项目	型号规格				
	A①		B②		
	Ⅰ型	Ⅱ型	Ⅰ型	Ⅱ型	Ⅲ型
砷(以 As 计)的质量分数/% ⩽	0.0001		—		

① A 型适用于消毒、杀菌及水处理等。

② B 型仅适用于一般工业用。

【用途】 主要用于纸浆、纺织品（如布匹、毛巾、汗衫等)、化学纤维和淀粉的漂白。制皂工业用作油脂的漂白剂。化学工业用于生产水合肼、单氯胺、双氯胺。也用于制造钴、镍的氯化剂。水处理中用作净水剂、杀菌剂、消毒剂。染料工业用于制造硫化宝蓝。有机工业用于制造氯化苦，电石水合制乙炔的清净剂。农业和畜牧业用作蔬菜、水果、饲养场和畜舍等的消毒剂和去臭剂。食品级产品用于饮料水、水果和蔬菜的消毒，食品制造设备、器具的杀菌消毒。

【制法】 液碱氯化法：将一定量的氢氧化钠加入适量的水，配成 15%氢氧化钠溶液，控制反应温度在 35℃以下，通入氯气进行反应，待反应溶液中次氯酸钠含量达到一定浓度时，制得次氯酸钠成品。成品中氢氧化钠的过量控制在 0.1%～1.0%。其反应式如下：

$$2NaOH + Cl_2 \longrightarrow NaClO + NaCl + H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：本品放出的游离氯气可引起中毒，也可引起皮肤病。其溶液有腐蚀性，能伤害皮肤。如不慎溅到皮肤或眼睛里，应立即用大量清水或生理盐水冲洗，严重者及时就医。

生产人员工作时应穿工作服，戴防毒口罩、乳胶手套、橡皮围裙，穿长筒胶靴等劳保用品，以保护呼吸器官和皮肤。

包装及贮运：①次氯酸钠溶液应用塑料桶或槽车包装运输。包装上应有明显的“腐蚀性物品”标志。还应标明生产厂名、产品名称、商标、规格、生产批号和净重等。②属无机其他腐蚀物品，危规编号：GB 8.3 类 83501。UN No.1791。运输过程中要防雨淋。本品容易分解或损失有效氯含量，因此不宜久存。装卸时要小心轻放，防止包装破裂。应贮存在低温阴凉、通风的库房内。远离热源，严防日光曝晒。不可与还原剂、有机物、氧化物、碱类和酸类物品共贮混运。

失火时，可用砂土、水、各种灭火器扑救。

【生产单位】 巩义市豫润海源净水材料有限公司，天津宏达化工有限公司。

Ae054 二氧化氯

【英文名】 chlorine dioxide

【结构式】 ClO_2

【分子量】 67.45

【物化性质】 黄绿色或黄红色气体。有类似氯气和硝酸的特殊刺激臭味。液体为红褐色，固体为橙红色。熔点－59℃，沸点 11℃，气体密度 3.09g/L，相对蒸气密度 2.3g/L。易溶于水，可溶于碱溶液（发生化学反应)、硫酸，遇热水则分解成次氯酸、氯气、氧气，受光也易分解，其溶液于冷暗处相对稳定。二氧化氯能与许多化学物质发生爆炸性反应。对热、震动、撞击和摩擦相当敏感，极易分解发生爆炸。受热和受光照或遇有机物等能促进氧化作用的物质时，能促进分解并易引起爆炸。若用空气、二氧化碳、氮气等惰性气体稀释时，爆炸性则降低。属强氧化剂，

其有效氯是氯气的 2.63 倍。与很多物质都能发生剧烈反应，腐蚀性很强。

【质量标准】 国家标准《二氧化氯固体释放剂》GB/T 27802—2011

项目		指标	
		一元包装	二元包装
二氧化氯释放量与标识量的比/%	≥	100～110	100～110
亚氯酸根和氯酸根相对残留量/%	≤	20.0	20.0
稳定性(以二氧化氯含量下降率计)/%	≤	10.0	—
砷(As)质量分数/%	≤	0.0003	0.0003
重金属(以 Pb 计)质量数分/%	≤	0.002	0.002

【用途】 主要用于纸浆和纸、纤维、小麦面粉、淀粉的漂白，油脂、蜂蜡等的精制和漂白，饮用水的消毒杀菌处理。可用作臭剂、氧化剂等。

【制法】 以氯酸盐为原料，在酸性（硫酸）介质中还原制得二氧化氯。目前工业上采用的还原剂主要为二氧化硫，此法称为马蒂逊法，具体工艺过程为：将含约 600g/L 氯酸钠溶液与工业浓硫酸连续定量地送入主反应器，经空气稀释的 5%～8%二氧化硫气体通过气体分布板分别进入主、负反应器进行反应。反应所产生的气体经洗涤塔洗涤，除去夹带的泡沫和酸雾，所产生的二氧化氯气体送入后续工序使用。负反应器溢流出的废液进入气提塔，从塔底通入少量空气，气提出溶解在溶液中的二氧化氯，汇入主反应器。反应式如下：

$$2NaClO_3 + SO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow 2ClO_2\uparrow + 2NaHSO_4$$

【安全性】

毒性及防护：本品具有强烈刺激性，对人体有害，其毒性与氯气相似，接触后主要引起眼和呼吸道刺激。吸入高浓度可发生肺水肿，能致死。对皮肤有刺激性，皮肤接触或摄入本品的高浓度溶液，可引起强烈刺激和腐蚀。长期接触可导致慢性支气管炎。在空气中容许浓度为 $0.3mg/m^3$。如已吸入，立即移送到清净的空气中，呼吸新鲜空气，必要时给吸氧，就医。

工作前必须穿戴工作服、橡皮围裙、乳胶手套、个人专用的保护面具。在工作时，要求生产设备密闭，通风良好。下班后，务必淋浴。

包装及贮运：纯净的或浓度大于 13%的二氧化氯气体，自身就会产生爆炸性分解，因此不可贮运。浓度低于 13%的二氧化氯气体，如受热和受光照，也会引起分解和爆炸，一般不宜长途运输，若用户（如造纸厂和自来水厂等）需要，则自产自用。失火时，消防人员必须穿全身防火防毒服，在上风向灭火。失火时，应迅速关闭反应器的进料，切断气源，然后根据着火原因选择适当灭火剂灭火。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。

职业接触限值：TLVTN 0.1×10^{-6}，$0.28mg/m^3$（ACGIH）；TLVWN 0.3×10^{-6}，$0.38mg/m^3$（ACGIH）。

【生产单位】 山东东营市盛达化工厂，山东省高密高源企业集团公司电化厂，山东三利化工有限公司，山东高密海林化工有限公司，江苏响水县华龙实业有限责任公司。

Ae055 稳定性二氧化氯水溶液

【英文名】 stabilized chlorine dioxide solution

【结构式】 ClO_2

【分子量】 67.45

【物化性质】 本品为无色、无臭、无腐蚀

性的透明水溶液，不易燃，不挥发，在常温下质量稳定，不易分解。液体相对密度1.020～1.120，pH 值在 8～9 之间。其中含有 2%（质量浓度）的二氧化氯和0.085%碳酸钠的水溶液。本品用于杀菌、消毒的同时，有除臭、防霉、保鲜等协同作用，是特性优良、高效安全的消毒剂。

【质量标准】 国家标准《稳定性二氧化氯溶液》GB/T 20783—2006

项目	指标	
	Ⅰ类	Ⅱ类
二氧化氯溶液(ClO_2)的质量分数/% ≥	2.0	2.0
密度(20℃)/(g/cm³)	1.020～1.060	1.020～1.060
pH	8.2～9.2	8.2～9.2
砷(As)的质量分数/% ≤	0.0001	0.0002
铅(Pb)的质量分数/% ≤	0.0005	0.002

【用途】 稳定性二氧化氯是新型消毒剂，用于循环水系统，能杀灭水中的微生物、原虫和藻类，并能清除水中的亚硝酸根，用于珍珠养殖业的消毒杀菌。用含 20×10^{-6} 稳定性二氧化氯的冰块处理对虾，对虾不会变黑，保鲜效果好。生菜、黄泥螺经其浸泡消毒处理，可达到无菌。可用于餐具消毒、冰箱除臭、隐形眼镜片消毒、米糠油净化、汽车除臭消毒。在食品饮料、医院和医药工业中有广泛应用。国外利用载体将稳定性二氧化氯液体制成固体、胶体、颗粒、微胶囊化粉体和缓释型固体，再配以其他辅料。日本已开发了二氧化氯杀菌洗涤剂。

【制法】 以氯酸盐为原料，在酸性（硫酸）介质中还原产生二氧化氯气体，然后用含稳定剂（过碳酸钠或过硼酸钠）的溶液吸收制得。目前工业上采用的还原剂主要为二氧化硫，此法称为马蒂逊法，具体工艺过程为：将含约 600g/L 氯酸钠溶液与工业浓硫酸连续定量地送入主反应器，经空气稀释的 5%～8%二氧化硫气体通过气体分布板分别进入主、副反应器进行反应。反应所产生的气体经洗涤塔洗涤，除去夹带的泡沫和酸雾，所产生的二氧化氯气体送入后续工序使用。副反应器溢流出的废液进入气提塔，从塔底通入少量空气，气提出残留在废酸溶液中的二氧化氯，汇入主反应器。反应式如下：

$$2NaClO_3+SO_2+H_2SO_4\longrightarrow 2ClO_2\uparrow+2NaHSO_4$$

二氧化氯气体用含一定浓度的过碳酸钠溶液吸收，得到稳定性二氧化氯水溶液。

【安全性】

毒性及防护：本品对皮肤有刺激性，皮肤接触可引起刺激和腐蚀，摄入本品的高浓度溶液，可导致中毒。如不慎接触到皮肤或溅到眼睛里，立即用流动清水清洗，必要时就医。工作时必须穿戴工作服、橡皮围裙、乳胶手套、防护眼镜。生产时，要求生产设备密闭，通风良好。

包装及贮运：①用避光的聚氯乙烯桶包装，每桶净重 25L 或 100L，或根据客户要求进行包装。包装上应有明显的“怕热”标志。②应贮存在阴凉、通风的库房内，包装要密封，库温在 25℃以下。勿与酸类物质、易燃、易爆物品共贮混运，运输过程中防雨淋和日晒。装卸时要小心轻放，防止包装破裂。

失火时，可用水、砂土、各种灭火器进行扑救。

【生产单位】 山东东营市盛达化工厂，山东高密高源企业集团公司电化厂，山东三利化工有限公司，山东高密海林化工有限公司，江苏响水县华龙实业有限责任公司，南京扬子石化精细化工有限责任公司，上海中联消毒工程有限公司。

Ae056 八水合二氯氧化锆

【别名】 氯氧化锆；次氯酸锆；八水碱式氯化锆；八水氯化锆酰；氯化氧化锆

(Ⅳ）八水合物；氧氯化锆；二氯氧化锆；氯化锆酰（八水）

【英文名】 zirconium oxychloride octahydrate

【结构式】 $H_{16}Cl_2O_9Zr_3$

【分子量】 504.69

【物化性质】 无色或白色（有时呈微黄色）不含结晶水的粒状结晶体。无臭，味咸而凉。密度 2.49g/cm^3。熔点 248～261℃。有潮解性。易溶于水和醇。在湿度很高的空气中能吸收湿气潮解而变成溶液。加热到300℃左右开始放出氧气，温度再高即完全分解。与酸类作用放出氧气和氯气，与盐类也能起化学作用。有极强的氧化力，与硫、磷、碳等相遇会发生燃烧和爆炸。有毒！

【质量标准】 化工行业标准《工业八水合二氯氧化锆（氯氧化锆）》HG/T 2772—2012

项目	指标	
	ZOC-36	ZOC-35
锆铪合量(以 ZrO_2 计）质量分数/% ≥	36.0	35.0
氧化铁(Fe_2O_3)质量分数/% ≤	0.002	0.003
二氧化硅(SiO_2)质量分数/% ≤	0.01	0.03
氧化钠(Na_2O)质量分数/% ≤	0.005	0.01
二氧化钛(TiO_2)质量分数/% ≤	0.001	0.002
氧化钙(CaO)质量分数/% ≤	0.01	0.02
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计）质量分数/% ≤	0.005	0.008

【用途】 用作制造二氧化锆原料。也用作橡胶添加剂、涂料干燥剂、耐火材料、陶瓷、釉药和纤维的处理剂。其他锆产品的中间体，也作橡胶添加剂、油漆催干剂、润滑脂添加剂、防水剂和鞣剂等。也可用作油田地层泥土稳定剂，造纸工业废水凝集处理剂等。

【制法】 氢氧化锆-盐酸法：锆英石与烧碱熔融，漂洗、除硅之后与硫酸作用，再加入氨水，得到氢氧化锆沉淀，用盐酸溶解沉淀物，得到氯氧化锆，经蒸发浓缩、冷却结晶、晶体粉碎，制得二氯氧化锆成品。

$$ZrSiO_3 + 4NaOH \longrightarrow Na_2ZrO_3 + Na_2SiO_3 + 2H_2O$$

$$Na_2ZrO_3 + 3H_2SO_4 \longrightarrow Zr(SO_4)_2 + Na_2SO_4 + 3H_2O$$

$$Zr(SO_4)_2 + 4NH_3 \cdot H_2O \longrightarrow Zr(OH)_4 \downarrow + 2(NH_4)_2SO_4$$

$$Zr(OH)_4 + 2HCl + 5H_2O \longrightarrow ZrOCl_2 + 8H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：毒性及危害：LD_{50}：3500mg/kg（大鼠，经口）。接触后有咳嗽、呼吸急促、眼结膜充血等症状。应在通风下操作，防止粉尘弥漫。防止吸入及对眼睛、皮肤的接触。工作时穿戴好安全用品，工作后淋洗全身，必要时大量冲洗眼睛。在美国最高容许浓度（按 Zr 计）为 5mg/m^3。

包装及贮运：①内衬双层塑料袋，外套编织袋包装，每袋净重 25kg 或 1000kg。②危规编号：UN 3264。贮存于阴凉、通风的仓间内。远离火种、热源，包装密封，防潮、防晒。不能与粮食、食物、种子、饲料、各种日用品混装、混运。操作现场不得吸烟、饮水、进食。搬运时轻装轻卸，保持包装完整，防止洒漏。分装和搬运作业要注意个人防护。

消防人员必须穿全身防火防毒服，在上风向灭火。灭火时尽可能将容器从火场移至空旷处。然后根据着火原因选择适当灭火剂灭火。

【生产单位】 浙江锆谷科技有限公司，河南佰利联化学股份有限公司，广东东方锆业科技股份有限公司，宜兴新兴锆业有限公司。

Ae057 高氯酸钙

【英文名】 calcium perchlorate

【结构式】 $Ca(ClO_4)_2$

【分子量】 238.98

【物化性质】 高氯酸钙，化学式为 $Ca(ClO_4)_2$，白色固体。强氧化剂，与还原剂、有机物、易燃物如硫、磷或金属粉末等混合可形成爆炸性混合物。急剧加热时可发生爆炸。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
氯酸钙[$Ca(ClO_4)_2 \cdot xH_2O$]含量/% ≥	99

【用途】 主要用作乙酸酯化反应催化剂等。

【制法】 将硝酸钙或氯化钙与高氯酸水溶液反应，把溶液蒸发冷却，得到四水高氯酸钙结晶。将这四水合物在减压下加热脱水，制得无水高氯酸钙。

高氯酸与氢氧化钙作用也可制得纯净的高氯酸钙。

【安全性】

毒性及防护：本品粉尘对呼吸道、眼及皮肤有刺激性。口服急性中毒，可导致胃肠炎、肝肾损伤，甚至发生窒息。如不慎将氯酸钙溅入眼睛或溅到皮肤上，应立刻用大量水冲洗干净。吸入氯酸钙粉尘，因积累在体内而引起中毒，会出现恶心、大量呕吐、下泻、呼吸困难、肾损害等症状。误食时，要立即饮服食盐水或温肥皂水使其吐出，然后速送医院治疗。

生产人员工作时应穿工作服，戴防护口罩、乳胶手套、塑料或橡皮围裙，穿长筒胶靴等劳保用品，以保护呼吸器官和皮肤。生产设备要密闭，车间通风应良好，下班后要洗淋浴。

包装及贮运：①用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装，桶盖应密封牢固。每桶净重25kg或50kg。包装上应有明显的“氧化剂”、“防热”、“防湿”标志。②危规编号：氧化剂。GB 5.1类 51036。UN No.1452；IMDG CODE 5135页，5.1类。应贮存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源，包装密封。应与强还原剂、易燃或可燃物、硫、磷、活性金属粉末等分开存放，切忌混贮。运输过程中防雨淋和日晒。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。

失火时，可用雾状水、砂土扑救。

【生产单位】 萨恩化学技术（上海）有限公司，青岛正业试剂仪器有限公司。

Ae058 高氯酸锶

【英文名】 strontium Perchlorate

【结构式】 $Sr(ClO_4)_2$

【分子量】 286.52

【物化性质】 无色结晶。易溶于热水，溶于冷水、酒精、甲醇，不溶于乙醚，有吸湿性。经蒸发浓缩，冷却结晶，析出四水盐，经减压加热，得无水高氯酸锶。较高温度时分解，产生氯化锶和氧气。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
高氯酸锶[$Sr(ClO_4)_2 \cdot 6H_2O$]含量/% ≥	98

【用途】 用于焰火、炸药、推进剂制造，用作纤维素溶剂。

【制法】 复分解法：将高氯酸钠溶液加入反应器中，加入无水氯化锶溶液加热进行复分解反应，生成高氯酸锶和氯化钠，过滤除去氯化钠，把滤液适当蒸发浓缩，冷却结晶，离心分离，制得氯酸锶。其反应式如下：

$$2NaClO_4 + SrCl_2 \longrightarrow Sr(ClO_4)_2 + 2NaCl$$

【安全性】

毒性及防护：粉尘可刺激眼睛、皮肤和黏膜。误食可引起恶心、胃部不适。如不慎溅到皮肤上或眼睛里，应用流动清水或生理盐水冲洗。如不慎误食，应立即给饮足量温水，催吐，并及时就医。

生产人员工作时要穿工作服，戴防护口罩或防毒面具、乳胶手套，穿长筒胶靴等劳保用品。生产设备要密闭，车间通风良好，避免产生粉尘。工作现场禁止吸烟、进食和饮水。下班后要洗淋浴。

包装及贮运：①用玻璃瓶包装，每瓶净重0.5kg，再集中于木箱内衬垫料，包装上应有明显的“氧化剂”标志。②危规编号：氧化剂，GB 5.1 类 51023。UN No.1508。应贮存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源，防止阳光直射，包装密封。应与强还原剂、易燃或可燃物、硫、磷、活性金属粉末、食用化学品等分开存放，切忌混贮。运输过程中防雨淋和日晒。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。

失火时，用水雾、抗乙醇泡沫、干粉或二氧化碳灭火。

【生产单位】 百灵威科技有限公司，上海迈瑞尔化学技术有限公司，萨恩化学技术（上海）有限公司。

Ae059 高氯酸钡

【英文名】 barium perchlorate

【结构式】 $Ba(ClO_4)_2 \cdot 3H_2O$

【分子量】 390.3

【物化性质】 无色针状结晶。加热至260℃失去结晶水而成无水物，无水物为白色粉末或颗粒。相对密度 2.74，熔点 505℃。易溶于甲醇、丙酮及液氨中，不溶于乙醚和硝酸。为较稳定的高氯酸盐，加热至 450℃ 分解并放出氧。强氧化剂，与可燃物、有机物、金属粉末或还原剂形成爆炸性混合物，经摩擦或受热引起着火或爆炸，与醇类混合能形成高爆炸物质。有吸湿性，极易溶于水，爆炸品。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
高氯酸钡[$Ba(ClO_4)_2 \cdot 3H_2O$]含量/% ≥	98

【用途】 用作火箭燃料、气体干燥剂、脱水剂等，还用作化学试剂。

【制法】 复分解法：把高氯酸钠溶液送入反应器中，加入氯化钡进行复分解反应，生成高氯酸钡和氯化钠，过滤除去氯化钠，将滤液蒸发浓缩，冷却结晶，精制，经过滤，滤液经冷却结晶、离心分离、干燥，制得高氯酸钡。其反应式如下：

$$2NaClO_4 + BaCl_2 \cdot 2H_2O + H_2O \longrightarrow Ba(ClO_4)_2 \cdot 3H_2O + 2NaCl$$

【安全性】

毒性及防护：本品高毒，并对呼吸道、眼及皮肤有强刺激性。口服引起流涎、呕吐、腹部痉挛性疼痛、脉缓、血压升高、血钾降低，胃肠道可能发生出血，随之发生进行性肌麻痹和心肌损害。重者可死于心律紊乱和呼吸肌麻痹。如不慎溅到皮肤或眼睛里，应用流动清水或生理盐水冲洗，就医。如不慎误食，应立即给饮足量温水，催吐，用 2%～5%硫酸钠溶液洗胃，导泻，就医。

生产人员工作时要穿工作服，戴防护口罩或防毒面具、乳胶手套，穿长筒胶靴等劳保用品。生产设备要密闭，车间通风良好。工作现场禁止吸烟、进食和饮水，下班后要洗淋浴。

包装及贮运：①用玻璃瓶包装，每瓶净重0.5kg，再集中于木箱，内衬垫料；或用内衬塑料袋封口铁桶包装，每桶净重40kg。包装上应有明显的“氧化剂”和“易爆品”标志。②危规编号：属一级无机氧化剂，GB 5.1 类 51022。UN No.1448。贮存于阴凉、通风、干燥的库房内，包装必须密封，远离热源和火种。不得与易燃易爆物品、有机物、油类和浓酸、食用化学品、硫黄等物品共贮混运。在运输过程中要防雨淋和曝晒，注意防潮。装卸时要轻拿轻放，严禁碰撞或摩擦。应严格执行极毒物品“五双”管理制度。

失火时，可用雾状水、砂土扑救。

【生产单位】 阿拉丁试剂（上海）有限公司，萨恩化学技术（上海）有限公司。

Ae060 高氯酸锂

【英文名】 lithium perchlorate

【结构式】 $LiClO_4$

【分子量】 106.39

【物化性质】 白色粉末或正交结晶，有潮解性。相对密度 2.428，熔点 236℃，沸点 430℃。在 450℃迅速分解为氯化锂和氧气，是氧化剂。熔化热 29.00kJ/mol。固相有三水物，易溶于水、醇、丙酮、乙醚、乙酸乙酯。遇易燃或可燃物、活性金属粉末、硫、磷、肼等，摩擦或碰撞易引起爆炸。

【质量标准】 国家标准《无水高氯酸锂》GB/T 23835.1—2009

项目		指标
外观		白色结晶粉末
高氯酸锂($LiClO_4$)质量分数/%	≥	99.5
水分质量分数/%	≤	0.3
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/%	≤	0.008
氯酸盐(以 ClO_3^- 计)质量分数/%	≤	0.002
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/%	≤	0.01
钾(K)质量分数/%	≤	0.005
钠(Na)质量分数/%	≤	0.002
钙(Ca)质量分数/%	≤	0.003
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.0005
铅(Pb)质量分数/%	≤	0.0002
总氮(N)质量分数/%	≤	0.003
澄清度(透光率)/%	≥	90

【用途】 用于固体火箭推进剂，在电池行业用于生产锂电池电解液。还用作催化剂和氧化剂。

【制法】 复分解法：把高氯酸钠溶液加入反应器中，加入无水氯化锂加热进行复分解反应，生成高氯酸锂和氯化钠，过滤除去氯化钠，将滤液蒸发浓缩、冷却结晶，再精制，经过滤，把滤液经冷却结晶、离心分离、干燥，制得高氯酸锂。其反应式如下：

$$NaClO_4 + LiCl \longrightarrow LiClO_4 + NaCl$$

【安全性】

毒性及防护：本品对眼睛、皮肤、黏膜和上呼吸道有刺激性。高浓度接触，严重损害黏膜、上呼吸道、眼睛及皮肤。中毒表现有烧灼感、咳嗽、喘息、气短、喉炎、头痛、恶心和呕吐等。如不慎溅入眼睛或溅到皮肤上，应立即用大量清水冲洗干净，严重者速送医院治疗。如不慎误食，应立即催吐，并用水漱口，给饮牛奶或蛋清，就医。

生产人员工作时应穿工作服，戴防护口罩或防毒面具、乳胶手套，穿长筒胶靴等劳保用品，以保护呼吸器官、眼睛和皮肤。生产设备要密闭，车间通风应良好。在下班后要洗净工作服，冲洗淋浴。

包装及贮运：①用玻璃瓶包装，每瓶净重 0.5kg，再集中于木箱内衬垫料；或用内衬塑料袋封口铁桶包装，每桶净重 40kg。包装上应有明显的“氧化剂”标志。②危规编号：氧化剂，GB 5.1 类 51020。UN No.1481。应贮存于阴凉、通风的库房，远离火种、热源。包装必须密封，切勿受潮。应与易（可）燃物、活性金属粉末等分开存放，切忌混贮。在运输过程中要防雨淋和曝晒，注意防潮。装卸时要轻拿轻放，严禁碰撞或摩擦。

失火时，应采用雾状水、砂土灭火。

【生产单位】 上海中锂实业有限公司，闻远（武汉）新材料有限公司，新余市赣锋锂业有限公司。

Ae061 高氯酸银

【英文名】 silver perchlorate

【结构式】 $AgClO_4$

【分子量】 207.32

【物化性质】 无色至白色结晶，有潮解性。相对密度 2.806（25℃），熔点 486℃（分解）。易溶于水，可溶于苯胺、吡啶、苯、甘油、硝基苯等有机溶剂。强氧化剂，极不稳定，加热或摩擦能引起爆炸性

分解。与乙酸、苯胺、甘油、硝基苯、吡啶、甲苯、乙醇等有机物接触可形成对应的溶剂化结晶，如受到撞击，则会发生剧烈的爆炸。与可燃物或金属粉末可组成爆炸性混合物，经撞击、摩擦可引起着火爆炸。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
高氯酸银($AgClO_4$)含量/% ≥	99.0

【用途】 用于制造炸药。

【制法】 把高氯酸钠溶液、氯化银按一定比例加入到复分解反应器中，加热进行复分解反应，生成高氯酸银和氯化钠的混合物，过滤除去氯化钠结晶，将滤液减压蒸发浓缩，冷却结晶，再精制（重溶解），经过滤，滤液经冷却结晶、离心分离、干燥，制得高氯酸银。其反应式如下：

$$NaClO_4 + AgCl \longrightarrow AgClO_4 + NaCl$$

【安全性】

毒性及防护：对皮肤、眼睛和黏膜有强刺激性，误食或吸入粉尘会中毒。

生产人员工作时要穿戴工作服，戴防护口罩或防毒面具、乳胶手套，穿长筒胶靴等劳保用品。生产设备要密闭，车间通风良好，下班后要洗淋浴。

包装及贮运：①用玻璃瓶包装，每瓶净重0.5kg；或用内衬塑料袋封口的铁桶包装，每桶净重40kg。包装均应有生产厂名称、产品名称、商标、标准号、等级、生产日期、净重和批号。包装上应有明显的“氧化剂”标志。②属一级无机氧化剂。危规编号：氧化剂，GB 5.1 类 51026。UN No.1481；IMDG CODE5166 页，5.1 类。贮存于阴凉、通风、干燥的库房内，包装必须密封。远离热源和火种，不得与易燃易爆物品、有机物、油类和浓酸、硫黄等物品共贮混运。在运输过程中要防雨淋和曝晒，注意防潮。装卸时要轻拿轻放，严禁碰撞或摩擦。③失火时，可用水、砂土、各种灭火器扑救。

【生产单位】 成都贝斯特试剂有限公司，北京北化精细化学品有限责任公司。

Ae062 盐酸

【别名】 氢氯酸

【英文名】 hydrochloric acid for technical

【结构式】 HCl

【分子量】 36.46

【物化性质】 纯氯化氢（HCl）为无色有刺激性臭味的气体。其水溶液即盐酸，纯盐酸无色，工业品因含有铁、氯等杂质，略带微黄色。浓度为31%的盐酸相对密度为1.187（25℃），氯化氢熔点－114.8℃，沸点－84.9℃。易溶于水，有强烈的腐蚀性，能腐蚀金属，对动植物纤维和人体肌肤均有腐蚀作用。浓盐酸在空气中发烟，触及氨蒸气会生成白色云雾。氯化氢气体对动植物有害。盐酸是极强的无机酸，与金属作用能生成金属氯化物并放出氢；与金属氧化物作用生成盐和水；与碱起中和反应生成盐和水；与某些盐类能起复分解反应生成新的盐和新的酸。

【质量标准】

1. 国家标准《工业用合成盐酸》GB 320—2006

项目	优等品	一等品	合格品
总酸度(以 HCl 计)的质量分数/% ≥	31.0		
铁(以 Fe 计)的质量分数/% ≤	0.002	0.008	0.01
灼烧残渣的质量分数/% ≤	0.05	0.10	0.15

续表

项目		优等品	一等品	合格品
游离氯(以 Cl^- 计)的质量分数/%	⩽	0.004		0.01
砷(As)的质量分数/%	⩽	0.0001		
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)的质量分数/%	⩽	0.005	.03	—

注：砷指标强制。

2. 国家标准《食品添加剂盐酸》GB 1897—2008

项目		指标
总酸度(以 HCl 计)质量分数/%	⩾	31.0
铁(以 Fe 计)质量分数/%	⩽	0.0005
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/%	⩽	0.007
游离氯(以 Cl^- 计)质量分数/%	⩽	0.003
还原物(以 SO_3 计)质量分数/%	⩽	0.007
不挥发物的质量分数/%	⩽	0.05
重金属(以 Pb 计)的质量分数/%	⩽	0.0005
砷(As)的质量分数/%	⩽	0.0001

【用途】 是应用极其广泛的无机酸，是重要的基本化工原料之一，是制造氯化铵、氯化钙、氯化锌、氯化亚铜、碱式氯化铝、三氯化铁液体等氯化物的原料。在染料及医药中间体的合成中，用于氨基重氮化、硝基转化为氨基、磺酸钠盐转化为磺酸等。也用于聚氯乙烯、氯丁橡胶、氯乙烷的合成。还用于湿法冶金（如分解钨矿石生产钨酸等）、金属表面处理（作为铜材酸洗除锈）。在印染工业中，用于织物漂白后酸洗、丝光处理后中和等。此外，也用于离子交换树脂的再生、制糖和制革工业。

【制法】 盐酸生产方法主要是合成法。在电解食盐水生产烧碱的同时，可得到氯气和氢气，经过水分离、除杂净化后的氯气和氢气，通入合成炉进行燃烧生成氯化氢气体，冷却后经过石墨吸收器用水吸收制得盐酸成品。尾气经吸收后排空。其反应式如下：

$$Cl_2 + H_2 \longrightarrow 2HCl$$

【安全性】

毒性及防护：高浓度盐酸对鼻黏膜和结膜有刺激作用，会出现角膜浑浊、嘶哑、窒息感、胸痛、鼻炎、咳嗽，有时痰中带血。盐酸雾可导致眼睑部皮肤剧烈疼痛。如发生事故，应立即将受伤者移到新鲜空气处输氧，清洗眼睛和鼻，并用 2% 的苏打水漱口。浓盐酸溅到皮肤上，应立即用大量水冲洗 5～10min，在烧伤表面涂上苏打浆，严重者送医院治疗。

环境最高容许浓度为 $5mg/m^3$。

操作人员工作时要穿耐酸工作服（热天可选丝织品或纯涤纶织物，冬天可选用毛织品），戴防护眼镜、口罩、橡皮手套、袖套、围裙，穿长筒胶靴，以保护呼吸器官和皮肤。生产设备要密闭，车间通风要良好。工作人员每半年应体检一次。

包装及贮运：①工业用合成盐酸宜用聚氯乙烯塑料桶或陶瓷坛包装，注料口应以螺丝盖盖好，盖周围应用耐酸材料密封，装入木箱或板条箱中。用槽车及贮罐包装时应衬胶盖并加密封盖。各种包装均应有“盐酸”、“腐蚀”字样的标志并附有质量证明书，内容包括：生产厂名称、产品名称、商标、标准号、等级、生产日期、净重和批号。食用盐酸应有“食品添加剂”字样。②属二级无机酸性腐蚀物品，危规号：GB 8.1 类 81013。UN No.1789。不宜堆放在室内，可贮存在石棉瓦或玻璃钢瓦棚下，不要堆放在水泥地坪上。不可与硫酸、硝酸混放，勿与碱类、金属粉末、氧化剂、氰化物、遇水易燃物品等共贮混运。用耐酸坛装的盐酸可以露天存放，但必须用石膏封口加盖瓦钵。若发现容器渗

漏，必须立即改装，并清洗场地。③大量运输时，可采用内衬耐酸橡胶或聚氯乙烯钢质硬板槽车、贮罐、铁路槽车，每车净重50t以下。少量时，可用陶瓷坛或塑料桶包装，每坛净重25～30kg。包装要密封。长途运输，陶瓷坛等要外套板条箱，中铺稻草。板条箱应高出坛口至少20mm。装卸时要轻拿轻放，防止撞击。

失火时，可用水、砂土和二氧化碳灭火器扑救。消防人员要穿戴防护用品。

【生产单位】 天津渤海化工有限责任公司天津化工厂，天津大沽化工有限股份公司，安徽氯碱化工集团有限责任公司，成都化工股份有限公司，福建省东南电化股份有限公司，齐化集团有限公司，青岛海晶化工集团有限公司，青岛天元化工股份有限公司，郑州海化氯碱化工有限公司，中国蓝星（集团）总公司，中国石化南京化学工业集团有限公司。

Ae063 氯化钠

【英文名】 sodium chloride

【结构式】 NaCl

【分子量】 58.5

【物化性质】 食盐和石盐的主要成分，离子型化合物，无色透明的立方晶体，化学性质稳定。熔点为801℃，沸点为1413℃，相对密度为2.165。有咸味，含杂质时易潮解；溶于水或甘油，难溶于乙醇，不溶于盐酸，水溶液呈中性。溶解度受温度变化小，在水中的溶解度随着温度的升高略有增大。氯化钠大量存在于海水和天然盐湖中，和可溶性银盐易生成白色沉淀。

【质量标准】 国家标准《工业盐（氯化钠）》GB/T 5462—2003

指标		日晒工业盐			精制工业盐		
		优级	一级	二级	优级	一级	二级
氯化钠/%	≥	96.00	94.50	92.00	99.10	98.5	97.50
水分/%	≤	3.00	4.10	6.00	0.30	0.50	0.80
水不溶物/%	≤	0.20	0.30	0.40	0.05	0.10	0.20
钙镁离子/%	≤	0.30	0.40	0.60	0.25	0.40	0.60
硫酸根离子/%	≤	0.50	0.70	1.00	0.30	0.50	0.90

【用途】 可用来制取氯气、氢气、盐酸、氢氧化钠、氯酸盐、次氯酸盐、漂白粉及金属钠等，是重要的化工原料；可用于食品调味和腌鱼肉蔬菜，以及供盐析肥皂和鞣制皮革等；经高度精制的氯化钠可用来制生理食盐水，用于临床治疗和生理实验，如失钠、失水、失血等情况。

【制法】

（1）盐田法　我国古老的制盐方法。海水受热，水分逐渐蒸发，盐的浓度逐渐升高，可以得到各种盐。当水分蒸发到90%的时候，食盐开始析出。

（2）冷冻法　温度降到零下18℃海水会结冰。对制盐来说，去掉冰就等于盐田法的蒸发。温度不断降低，会结晶出不同的物质。在零下22.4℃之前将固体和液体分开，就可以得到纯净的氯化钠结晶。

【安全性】

毒性及防护：本品无毒。

包装及贮运：工业盐出厂时可以带包装，也可以散装。带包装的产品应在包装上注明产品名称、规格、商标、等级、生产单位以及国家标准编号。运输时应有遮盖物，不应与能导致产品污染的货物混装。产品存放要防止灰尘及其他杂物的污染，防止雨淋。

【生产单位】 天津长芦海晶集团有限公司（天津长芦塘沽盐场），天津长芦汉沽盐场有限责任公司，潍坊昌大化工有限公司。

Af 铬盐

铬盐是重要的无机化工产品。据统计，我国国民经济中约10%的工业产品与铬盐有关，是国民经济发展的重要原料。随着未来我国经济的发展，与之相应的铬盐需求也将稳步增长。表面处理、颜料、皮革等行业是我国传统的铬盐主要消费领域，而其他的铬盐应用领域尚处于起步阶段。此外，国际上广泛用于电镀及鞣革的甲酸铬，用作羊毛媒染剂、陶瓷烧结助剂、金属表面处理的氟化铬，用于合成其他有机铬化合物，制除爆剂、火箭燃料的燃烧控制催化剂的乙酰丙酮铬等产品，国内尚待开发。随着我国工业整体水平的提高，铬盐产品应用空间将越来越广泛，必将为铬盐需求启动新的增长点。

进入21世纪以来，无钙焙烧工艺、钾系亚熔盐液相氧化法等铬盐清洁生产技术相继研发成功并实现了万吨级的工业化，中国铬盐工业的工艺技术突破了国外技术封锁，取得了新的发展。经过五十多年的建设和发展，我国铬盐工业取得了长足的进步，已形成了门类比较齐全、品种大体配套、基本可满足国民经济发展需要的工业体系，2013年我国铬盐产量（以重铬酸钠计）约36万吨，中国已成为全球最大的铬盐生产和消费国家。目前，我国铬盐产品约30多种，常用工业级产品12种，主要有铬酸钠、重铬酸钠、铬酸酐、氧化铬绿、碱式硫酸铬、金属铬、重铬酸钾等。近年来开发了一些有机铬化合物，如乙酰丙酮铬、甲酸铬、醋酸铬、多种氨基酸铬等，铬盐行业正向高层次、高附加值方向发展。

从历史数据来看，我国自1958年建成第一条铬盐生产线至今，先后有70余家企业生产过铬盐。这些企业大多规模小，工艺技术落后，由于缺乏市场竞争力和污染控制手段，先后关闭、破产、转产，而其产生的铬渣也基本没有得到治理。到2013年，铬盐企业已减至14家。虽然铬盐生产企业数量有所减少，但单体生产规模仍与国外大型生产企业存在较大差距。2013年，国内铬盐生产企业平均产量约2.8万吨/a，其中产量大于5万吨/a的仅有3家，而国外生产企业单体平均生产能力约为8.7万吨/a。从发达国家铬盐行业发展情况来看，行业的集中度非常高，每个国家仅有1～3个企业。基于提高管理水平、技术进步及治理三废等方面考虑，通过市场

竞争、收购重组、产业政策引导及行业准入等方式进一步提高铬盐行业产业集中度，是我国铬盐行业可持续发展的基石，铬盐生产大型化、规模化、合理布局将是我国铬盐行业发展的必然趋势。

我国铬盐基础产品——重铬酸钠的生产工艺仍以有钙焙烧工艺为主。传统的有钙焙烧工艺排渣量大，铬渣中因含有疑似致癌物质而资源综合利用难度大，处置费用高，铬渣污染已阻碍了我国铬盐行业的发展。开发和实施环境友好型铬盐清洁生产技术，已成为铬盐工业面临的紧迫任务。无钙焙烧清洁生产技术能大幅减少铬渣量，可从源头上解决铬渣处置难题，并且铬渣中不再含有疑似致癌物质而便于对其进行资源综合利用。实践证明，无钙焙烧清洁生产技术行之有效，必将取代现用的有钙焙烧工艺，清洁生产技术将是铬盐行业未来技术发展的必然趋势。

Af001 铬酸酐

【别名】 三氧化铬；铬酐；铬酸

【英文名】 chromic anhydride；chromium (VI) oxide；chromium trioxide

【结构式】 CrO_3

【分子量】 99.99

【物化性质】 暗红色斜方晶系结晶或紫红色片状物，结晶晶胞参数 $a=4.789$，$b=9.557$，$c=5.734$。相对密度：结晶物2.7，熔融物2.8。熔点196℃，凝固点170～172℃。熔融时稍有分解，195℃时分解生成三氧化二铬；200～250℃时分解放出氧，生成介于铬酸酐和三氧化二铬之间的中间化合物。温度大于800℃全部分解为氧化铬。遇臭氧形成过氧化物，遇过氧化氢形成过氧化铬酸，遇氯化氢形成氯化铬酰。易溶于水，18℃时熔解热为10.30kJ/mol，溶解度随温度的变化不大。溶于碱溶液，在碱溶液中生成相应的铬酸盐。铬酸酐有强氧化性，与有机物接触摩擦能引起燃烧。遇酒精、苯即发生燃烧或爆炸。腐蚀性强，有毒！对铁有钝化作用。

【质量标准】 国家标准 GB 1610－2009

项目	指标		
	优等品	一等品	合格品
铬酸酐(CrO_3)(以干基计)质量分数/% ≥	99.8	99.6	99.2
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/% ≤	0.05	0.10	0.20
水不溶物质量分数/% ≤	0.01	0.03	0.05
钠(Na)质量分数/% ≤	0.04	—	—
浊度/NTU ≤	5	15	—

【用途】 主要用于电镀工业，做自行车、缝纫机、手表、仪表、手电筒、日用五金等电镀铬的原料，也用于制造氧化铬绿进而生产金属铬；也是生产低温变换催化剂、高温变换催化剂及高压甲醇合成催化剂的原料。羊毛织物染色时用作媒染剂，印染工业中用作氧化剂。此外，还用于木材防腐。

【制法】 硫酸法：将重铬酸钠溶液（70°Bé）与98%硫酸分别加入带搅拌装置的反应器中，经搅拌混合，用直接火加热熔融进行反应，生成铬酸酐和硫酸氢钠。硫酸按理论用量的102%左右分别加入，反应终点温度应控制在200～205℃，物料全部熔融时停止加热和搅拌，静置使物料分层，较轻的硫酸氢钠浮于上层，较重的

熔融铬酸酐从反应器的底阀排出，经转筒结片机冷却凝固制片，制得铬酸酐成品。其反应式如下：

$$Na_2Cr_2O_7 + 2H_2SO_4 \longrightarrow 2CrO_3 + 2NaHSO_4 + H_2O$$

熔融的硫酸氢钠中含有少量铬酸酐，降温时可凝固成固体加以回收；硫酸氢钠熔融物直接注入水中（注意安全，防止溅出），溶解成浓度为 40～42°Bé 的溶液，用于制造碱式硫酸铬。

【安全性】

危险性概述：属二级无机氧化剂，危规编号：GB 5.1 类 5159。UN No.1463。IMDG CODE 5145 页，5.1 类。副危险 8 类。

危险特性：强氧化剂。该品助燃，高毒，为致癌物，具腐蚀性、刺激性，可致人体灼伤。与易燃物（如苯）和可燃物（如糖、纤维素等）接触会发生剧烈反应，甚至引起燃烧。与还原性物质如镁粉、铝粉、硫、磷等混合后，经摩擦或撞击，能引起燃烧或爆炸。具有较强的腐蚀性。

环境危害：对环境有危害，对水体可造成污染。有害燃烧产物可能产生有害的灰色毒性烟雾。

健康危害：吸入后可引起急性呼吸道刺激症状、鼻出血、声音嘶哑、鼻黏膜萎缩，有时出现哮喘和紫绀，重者可发生化学性肺炎。口服可刺激和腐蚀消化道，引起恶心、呕吐、腹痛、血便等；重者出现呼吸困难、紫绀、休克、肝损害及急性肾功能衰竭等。慢性影响：有接触性皮炎、铬溃疡、鼻炎、鼻中隔穿孔及呼吸道炎症等。

急救措施：吸入时迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。食入时饮足量温水，喝肥皂水催吐，用清水或 1% 硫代硫酸钠溶液洗胃，饮牛奶或蛋清，就医。

防护措施：密闭操作，加强通风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴自吸过滤式防尘口罩，戴化学安全防护眼镜，穿聚乙烯防毒服，戴橡胶手套。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟，远离易燃、可燃物。避免产生粉尘，避免与还原剂、活性金属粉末接触。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物。

自救方式：尽量远离并到通风口处。

泄漏应急处理：隔离泄漏污染区，限制出入。建议应急处理人员戴防尘面具（全面罩），穿防毒服。不要直接接触泄漏物。勿使泄漏物与有机物、还原剂、易燃物接触。小量泄漏：用洁净的铲子收集于干燥、洁净、有盖的容器中；或用大量水冲洗，洗水稀释后放入废水系统。大量泄漏：收集回收或运至废物处理场所处置。

贮存运输：贮存于阴凉、干燥、通风良好的库房。库温不超过 35℃，相对湿度不超过 75%。包装必须密封，切勿受潮。应与易（可）燃物、还原剂、活性金属粉末、食用化学品分开存放，切忌混贮。贮区应备有合适的材料收容泄漏物。应严格执行极毒物品“五双”管理制度。

消防措施：灭火方法，采用雾状水、砂土灭火。

【生产单位】 四川省银河化学股份有限公司，甘肃锦世化工有限责任公司，黄石振华化工有限公司，青海铬盐高新科技股份有限公司。

Af002 氧化铬

【别名】 氧化铬绿；三氧化二铬

【英文名】 chromium oxide；chromium oxide green；chromium sesquioxide

【结构式】 Cr_2O_3

【分子量】 151.99

【物化性质】 六方晶系或无定形深绿色粉

末。灼热时变棕色，冷后仍变为绿色，结晶体极硬，有金属光泽。相对密度5.21，熔点约2435℃，沸点4000℃。极稳定，即使在红热下通入氢气亦无变化。不溶于水，难溶于酸，可溶于热的碱金属溴酸盐溶液中。对光、大气、高温及二氧化硫和硫化氢等腐蚀性气体均极稳定。有很高的遮盖力，具有磁性。有刺激性，有毒！

【质量标准】 化工行业标准HG/T 2775—2010

项目		Ⅰ类			Ⅱ类		
		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
三氧化二铬含量/%	≥	99.0	99.0	98.0	99.0	99.0	98.0
水溶性铬(以Cr计)/%	≤	0.005	0.03	0.03	0.005	0.03	0.03
水分/%	≤	0.15	0.15	0.3	0.15	0.15	0.3
水溶物/%	≤	0.1	0.3	0.4	0.2	0.3	0.5
pH值(100g/L悬浮液)		6～8	5～8	5～8	—	—	—
吸油量/(g/100g)		15～25	15～25	15～25	≤20	≤25	≤25
筛余物(0.045mm试验筛)/%	≤	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	—
(0.075mm试验筛)/%	≤	—	—	—	—	—	0.5
色光		用户协商			—		
相对着色力/%		用户协商			—		

【用途】 主要用于冶炼金属铬和碳化铬。用作搪瓷和陶瓷的釉药，人造革、建筑材料等的着色剂。用于制造耐晒涂料、研磨材料、绿色抛光膏及印刷钞票的专用油墨。用作有机合成的催化剂，是高级绿色颜料。

【制法】

（1）还原法　将99.5%重铬酸钾和98%的硫黄按7∶1的质量比混合后进行焙烧，生成氧化铬和硫酸钾。反应后的炉料先经湿磨，然后放入带搅拌器的洗涤槽中用热水洗涤，用压滤机将氧化铬滤出，得到含水量为30%～35%膏状滤饼，把滤饼在300℃进行干燥，经冷却、粉碎，制得氧化铬绿成品。其反应式如下：

$$K_2Cr_2O_7 + S \longrightarrow Cr_2O_3 + K_2SO_4$$

洗涤液中含有大量硫酸钾、硫酸铬及六价铬等可溶性盐，通入硫化氢可将六价铬还原生成氢氧化铬沉淀，经过滤分出。滤液中加入盐酸，溶液经浓缩、结晶，副产氯化钾。

焙烧时放出的二氧化硫和三氧化硫气体，用稀氨水吸收，可副产硫酸铵。

（2）热分解氢氧化铬法　在铬酸钠热溶液中加入硫化钠溶液进行反应，生成氢氧化铬，经过滤，得到的氢氧化铬滤饼，再经洗涤、离心脱水后，在约1400℃温度下进行焙烧，生成三氧化二铬，炉料经洗涤、干燥、粉碎，制得氧化铬成品。其反应式如下：

$$8Na_2CrO_4 + 6Na_2S + 23H_2O \longrightarrow 8Cr(OH)_3 + 3Na_2S_2O_3 + 22NaOH$$

$$2Cr(OH)_3 \longrightarrow Cr_2O_3 + 3H_2O$$

分离氢氧化铬所得碱液，经二氧化碳进行碳化后，可回收碳酸氢钠和硫代硫酸钠。此法制得的三氧化二铬色暗，不宜作颜料，主要用于冶炼金属铬及制抛光膏。

【安全性】

毒性及防护：最高容许浓度为0.5mg/m^3。其他参见铬酸酐。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋或铁桶包装，每袋或桶净重50kg。应

贮存在通风、干燥的库房内。包装必须密封、防止受潮。不得与食品、易燃物品共贮混运，贮运过程中要防酸雾、防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破裂。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 四川省银河化学股份有限公司，黄石振华化工有限公司，青海铬盐高新科技股份有限公司，河北省铬盐化工有限公司。

Af003 三氯化铬

【英文名】 chromium trichloride

【结构式】 $CrCl_3 \cdot 6H_2O$

【分子量】 436.37

【物化性质】 深绿色结晶粉末。相对密度1.76，熔点83℃。易溶于水、乙醇，微溶于丙酮，不溶于乙醚。有潮解性。有毒！

【质量标准】 企业标准（四川银河化学公司）Q72983621-605—2007

名称		优等品	一等品
含量(以 $CrCl_3 \cdot 6H_2O$ 计)/%	≥	99.0	98.5
水不溶物/%	≤	0.015	0.035
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤	0.05	0.07
铵盐(NH_4^+)/%	≤	0.03	0.07
钠(Na)/%	≤	0.05	0.1
铝(Al)/%	≤	0.03	0.07
钾(K)/%	≤	0.05	0.15
钙(Ca)/%	≤	0.003	0.005
铁(Fe)/%	≤	0.01	0.03

【用途】 印染工业用作媒染剂，化学工业用于生产其他铬盐，颜料工业用于制造各种含铬颜料。有机合成用于制造含铬催化剂。

【制法】 碳酸铬法：将重铬酸钠溶液加入带搅拌器的衬铅或搪玻璃反应器中，在搅拌下缓慢加入硫酸进行酸化，然后加入糖蜜还原剂进行还原反应，生成硫酸铬，过滤，把硫酸铬与纯碱进行反应，生成碳酸铬，过滤，用水洗涤后，再与盐酸进行反应，生成三氯化铬。经浓缩、放出、冷却固化、粉碎，制得三氯化铬成品。其反应式如下：

$$4Na_2Cr_2O_7+16H_2SO_4+C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 4Cr_2(SO_4)_3+4Na_2SO_4+22H_2O+6CO_2\uparrow$$

$$Cr_2(SO_4)_3+3Na_2CO_3 \longrightarrow Cr_2(CO_3)_3+3Na_2SO_4$$

$$Cr_2(CO_3)_3+6HCl \longrightarrow 2CrCl_3+3H_2O+3CO_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：参见铬酸酐。

贮存运输：应贮存在阴凉、干燥的库房内。包装密封，防止受潮。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破裂而受潮。

消防措施：失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 四川省银河化学股份有限公司，黄石振华化工有限公司，青海铬盐高新科技股份有限公司，夏县运力化工有限公司。

Af004 硝酸铬

【英文名】 chromium nitrate

【结构式】 $Cr(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$

【分子量】 400.15

【物化性质】 红紫色单斜结晶。熔点60℃，66.3℃溶于自身结晶水，125.5℃沸腾并分解。易溶于水，溶于酸和碱、乙醇、丙酮，不溶于苯、氯仿、四氯化碳。其水溶液加热时呈绿色，冷却后又迅速变为红紫色。加热至100℃则分解，有潮解性。有氧化性和刺激性，低毒！

【质量标准】

1. 化工行业标准 HG 3-936—76《化学试剂　硝酸铬》

指标名称		指标
硝酸铬/%	≥	98
水不溶物/%	≤	0.02
氯化物(以 Cl^- 计)/%	≤	0.01
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)/%	≤	0.02
铝(Al)/%	≤	0.05
铁(Fe)/%	≤	0.01
钙(Ca)/%	≤	0.01
钾(K)/%	≤	0.1
钠(Na)/%	≤	0.1

2. Q/140000 XJD 004—2003

(化学纯执行标准:HG 3-936-76)		固体			液体
		化学纯	一级品	合格品	合格品
$Cr(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ /%	≥	98.0	99.0	98.0	74.0
水不溶物/%	≤	0.02	0.05	0.1	0.05
氯化物(Cl^-)/%	≤	0.01	0.005	0.01	0.01
盐(SO_4^{2-})/%	≤	0.02	0.02	0.5	0.02
铁(Fe)/%	≤	0.01	0.05	0.1	0.05
钠(Na)/%	≤	0.1	—	—	—
铝(Al)/%	≤	0.05	—	—	—
钾(K)/%	≤	0.1	—	—	—
钙(Ca)/%	≤	0.01	—	—	—

【用途】 用于玻璃制造，用于陶瓷釉彩和腐蚀阻抑剂。印染工业用作媒染剂。无机合成用于制备含铬催化剂及载体。

【制法】 蔗糖还原法：将铬酸酐和硝酸加入带有搅拌器的反应器中，在搅拌下缓慢加入蔗糖进行还原反应，生成硝酸铬，过滤，把滤液送去蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离，制得硝酸铬成品。其反应式如下：

$$16CrO_3 + 48HNO_3 + 9H_2O + C_{12}H_{22}O_{11} \longrightarrow 16Cr(NO_3)_3 \cdot 9H_2O + 35H_2O + [O] + 12CO_2 \uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：参见铬酸酐。

包装方法：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重25kg。

贮存运输：属二级无机氧化剂，危规编号：GB 5.1 类 51522。UN No.2720；IMDG CODE 5145 页，5.1 类。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。配备相应品种和数量的消防器材。贮区应备有合适的材料收容泄漏物。包装必须密封，注意防潮。应与还原剂、易（可）燃物、食用化学品分开存放，切忌混贮。运输过程中注意防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止因包装破裂而受潮。

消防措施：失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 佛山市海纳化工有限公司，山西夏县运力化工有限公司，淄博福春化工有限公司，临沂福德精细化工有限公司（沂水天羽化工有限公司）。

Af005 铬酸铅

【别名】 （铅）铬黄

【英文名】 lead chromate; chrome yellow

【物化性质】 黄色或橙黄色粉末。相对密度 d^{15} 6.12，熔点 844℃。溶于无机强酸和强碱溶液中，不溶于水和油。着色力高，遮盖力强，在大气中不会粉化。在日光下久晒颜色变暗，遇硫化氢气体容易变黑。色光随原料配比和制造条件的不同而异。产品有柠檬铬黄、浅铬黄、中铬黄、深铬黄和橘铬黄等五种。有毒！

柠檬铬黄［$3PbCrO_4 \cdot 2PbSO_4 + Al(OH)_3 + AlPO_4$］色泽鲜艳，带绿相，制漆光泽度良好，同蓝色颜料可配成鲜艳的翠绿色，色泽相当于 10G（标准色卡中荧光黄色区的色点）。耐光性达 4～5 级，耐热性 140℃。水渗性、油渗性为 1 级，耐酸性、耐碱性为 3 级。

浅铬黄［$5PbCrO_4 \cdot 2PbSO_4 + Al(OH)_3 + AlPO_4$］色泽鲜艳，着色力强，制漆光泽度良好，同蓝色颜料可配成浅绿色。铬酸铅含量比柠檬铬黄高。色泽相当于 4G，耐光性达 5 级，耐热性为 140℃。水渗性、油渗性为 1 级，耐酸性、耐碱性为 3 级。

中铬黄（$PbCrO_4+PbSO_4$）色泽纯正，制漆光泽度良好，同蓝色颜料可配成中绿色。铬酸铅含量最高，在90%以上。色泽相当于G，耐光性达4～5级，耐热性140℃。水渗性、油渗性为1级，耐酸性、耐碱性为3级。

深铬黄（$PbCrO_4+PbCrO_4\cdot PbO$）带有红相的色光，着色力强，色泽相当于GR。耐光性达5级，耐热性为140℃。水渗性、油渗性为1级，耐酸性、耐碱性为3级。

橘铬黄（$PbCrO_4\cdot PbO$）色泽为橘黄色。耐光性良好，可达5～6级，耐热性为150℃。水渗性、油渗性为1级，耐酸性、耐碱性为3级。

【质量标准】 国家标准 GB/T 3184—2008

表1 铬酸铅不同色调的化学组成

颜料类型	颜色的色调	化学成分
铬酸铅	浅黄和柠檬黄	硫代铬酸铅
	黄	铬酸铅
	橙黄	碱式铬酸铅

表2 各种特性的要求和试验方法

特性	要求	试验方法
105℃挥发物(质量分数)/%	≤2	GB/T 5211.3—1985
水溶物(质量分数)(冷萃取法)/%	≤1	GB/T 5211.1—2003，取20g试样
水萃取液的酸碱度/mL	≤20	GB/T 5211.13—1986，取20g试样
水悬浮液的pH值	4～8	GB/T 1717—1986
筛余物(质量分数)(45μm)/%	≤0.3	GB/T 5211.18—1988

【用途】 用作油性和合成树脂涂料的原料，用于印刷油墨、水彩、油彩、颜料。还用作色纸、橡胶和塑料制品的着色剂。

【制法】 硝酸铅法：先将氧化铅加入带搅拌的反应器中，在搅拌下缓慢加入硝酸进行反应生成硝酸铅溶液，然后将硝酸铅溶液和重铬酸钠溶液进行反应生成铬酸铅，经过滤、干燥、粉碎，制得铬酸铅成品。其反应式如下：

$$PbO+2HNO_3 \longrightarrow Pb(NO_3)_2+H_2O$$

$$2Pb(NO_3)_2+Na_2Cr_2O_7+H_2O \longrightarrow 2PbCrO_4+2NaNO_3+2HNO_3$$

【安全性】

毒性及防护：参见铬酸酐。

包装方法：用内衬牛皮纸、防潮纸或聚乙烯塑料袋的胶合板桶、纸板桶、铁桶或塑料编织袋包装，每桶或每袋净重25kg或50kg。包装上注明“防潮”标志。

贮存运输：应贮存在通风、干燥的库房内。包装密封，注意防潮。切勿与强酸和强碱、油类和可燃物品等共贮混运。运输时要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。有效贮存期为生产日起计1年。

消防措施：失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 上海铬黄颜料厂，江苏双乐化工颜料有限公司，重庆江南化工有限责任公司，新乡海伦颜料有限公司，山东蓬莱新光颜料化工有限公司。

Af006 碱式硅铬酸铅

【英文名】 lead silicochromate basic

【结构式】 $PbSiO_3\cdot 3PbO\cdot PbCrO_4\cdot PbO\cdot SiO_2$

【物化性质】 为橙色的金属防锈颜料，是二氧化硅核表面包覆碱式铬酸铅和γ-三盐基硅酸铅的复合物。其内核和外层经过高温煅烧发生固相化学反应而紧密地结合。具有较优异的防锈性、保色性、抗粉化性，含铅量比红丹少，活性低、毒性较小。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
氧化铅(PbO)/%	46～49
三氧化铬(CrO_3)/%	5.1～5.7
二氧化硅(SiO_2)/%	45.5～48.5
水分及其挥发物/% ≤	0.5

续表

指标名称	指标
水萃取液 pH 值	6.5～8.5
吸油量/%	10～18
筛余物(325 目筛)/% ≤	0.3
水溶物/% ≤	0.5

【用途】 用作耐水浸渍性涂料、化学侵蚀用涂料、预涂和维修用涂料、农业化学品器械用涂料、富锌屏蔽涂料、海洋设施防腐蚀用涂料、水性涂料、电沉积涂料等的防锈颜料。特别适用于各种金属防锈底漆。

【制法】 合成法：先将石英砂经球磨机磨成微粉，再加入黄丹进行球磨，把研磨的料液、铬酸酐溶液和冰醋酸分别加入带搅拌的反应器中，在搅拌下加热进行反应，生成碱式硅铬酸铅，经离心分离、干燥，再经煅烧、粉碎、过筛，制得碱式硅铬酸铅。其反应式如下：

$$2SiO_2 + 6PbO + CrO_3 \longrightarrow \text{本品}$$

【安全性】

毒性及防护：参见铬酸酐。

包装及贮运：用内衬塑料薄膜袋的塑料编织袋或铁桶包装，每袋净重 25kg 或 50kg。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。包装密封，注意防潮。远离热源和火种，切勿与有机物、易燃物、酸和碱类物品共贮混运。运输时要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 重庆江南化工有限责任公司。

Af007 铬酸钾

【英文名】 potassium chromate

【结构式】 K_2CrO_4

【分子量】 194.19

【物化性质】 柠檬黄斜方结晶。熔点 968.3℃，相对密度 d^{18} 2.732。溶于水，不溶于醇。其水溶液对石蕊或酚酞指示剂显示碱性。与有机物接触摩擦、撞击能引起燃烧，属氧化剂。有毒！

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 4313—2012

项目	指标	
	一等品	合格品
铬酸钾(K_2CrO_4)质量分数/% ≥	99.5	98.5
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/% ≤	0.10	0.20
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/% ≤	0.20	0.30
水不溶物质量分数/% ≤	0.02	0.03

【用途】 用于铬酸盐的制造。用作氧化剂、印染的媒染剂。用于墨水、颜料、搪瓷、金属防腐等。

【制法】 中和法：将重铬酸钾溶解于母液和水中，加入反应器，在搅拌下加入氢氧化钾进行中和反应，生成铬酸钾，呈弱碱性，经蒸发浓缩、冷却结晶、固液分离、干燥，制得铬酸钾成品。其反应式如下：

$$K_2Cr_2O_7 + 2KOH \longrightarrow 2K_2CrO_4 + H_2O$$

分离出的母液返回溶解工序用于溶解重铬酸钾。

【安全性】 用内衬塑料袋的铁桶包装，每桶净重 25kg 或 50kg。包装上应有明显的“氧化剂”和“有毒品”标志。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，远离热源和火种。切勿与酸类、油类和硫黄、易燃物品共贮混运。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒，注意防潮。装卸时要小心轻放，防止包装破损。

【生产单位】 四川银河化学股份有限公司。

Af008 铬酸钠

【英文名】 sodium chromate

【结构式】 $Na_2CrO_4 \cdot 4H_2O$

【分子量】 234.06

【物化性质】 黄色半透明三斜结晶或结晶性粉末。溶于水，微溶于乙醇，加热温度

高于 68℃时失去结晶水形成无水物。易潮解，属氧化剂。有毒!

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 4312—2012

项目	指标	
	一等品	合格品
铬酸钠($Na_2CrO_4 \cdot 4H_2O$)质量分数/% ≥	98.5	98.0
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/% ≤	0.20	0.30
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/% ≤	0.30	0.40
水不溶物质量分数/% ≤	0.02	0.03

【用途】 主要用于墨水、油漆、颜料、金属缓蚀剂、有机合成氧化剂，以及鞣革和印染等。

【制法】 为制取硫酸盐含量较低的产品，采用重铬酸钠母液中和铬酸钠碱性液的中和法。将铬酸钠碱性液加入中和器，再加入重铬酸钠母液进行中和反应，经过滤，除去滤渣，把铬酸钠滤液蒸发浓缩至 50°Bé 以上，含铬酸钠约 700g/L（以 $Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$ 计)，料液必须进行澄清，防止悬浮杂质进入晶体，然后冷却至 40℃以下，经固液分离，母液返回蒸发，结晶于 68℃以下进行干燥，制得铬酸钠成品。澄清过程所得沉淀物可返回铬酸钠碱性液中和工序。

【安全性】

健康危害：对皮肤黏膜有强腐蚀性，能引起皮炎和铬溃疡。眼睛受到沾染时，将引起结膜炎。

急救措施：如有铬酸钠溶液或粉尘溅到皮肤上，立即用肥皂水或自来水冲洗干净；如不慎溅入眼睛内，应立即用大量水冲洗 15min。

防护措施：工作时，必须穿着工作服，戴乳胶手套、橡皮围裙，使用个人专用的保护面罩。生产设备要密闭，通风良好，防止气体外逸和粉尘飞扬。下班后，务必淋浴，皮肤上有破伤处，应涂敷防护药膏。铬酸钠在空气中最高容许浓度（以 Cr 计）为 0.05～0.1mg/m³。

包装方法：用内衬塑料袋的铁桶包装，每桶净重 25kg 或 50kg。包装上应有明显的“氧化剂”和“有毒品”标志。

贮存运输：应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，远离热源和火种。切勿与酸类、油类和易燃物品共贮混运。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒，注意防潮。装卸时要小心轻放，防止包装破损。

消防措施：失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 四川银河化学股份有限公司，河北铬盐化工有限公司。

Af009 铬酸锶

【别名】 锶铬黄

【英文名】 strontium chromate; strontium chrome yellow

【结构式】 $SrCrO_4$

【分子量】 203.61

【物化性质】 黄色结晶或粉末。相对密度 3.67～3.77。溶于盐酸、硝酸、乙酸和氨水，微溶于水。耐热性好，可达 400℃。耐光性 4～5 级，着色力弱，油渗性为 1 级，耐酸性和耐碱性为 3 级。具有较好的防锈性能。有毒!

【质量标准】 企业标准

项目	最小	最大	测试方法
外观	柠檬色粉末		目测
颜色(与标准样品比)	近似		ISO 787 Part 1
锶含量(以 SrO 计)/%	46.5	—	ISO 2040
铬含量(以 CrO_3 计)/%	44.0	—	ISO 2040
105℃挥发物/%	—	1.0	DIN ISO 787 Part 2

【用途】 由于三氧化铬含量在 40%以上，常用于轻金属防锈底漆。用于制造耐高温涂料、防锈底漆。用于塑料和橡胶制品的着色，以及各种拼色。也用于油墨、玻

璃、陶瓷工业。

【制法】 合成法：将重铬酸钠溶液和纯碱溶液加入带搅拌的反应器中，在搅拌下进行反应生成铬酸钠溶液，然后将铬酸钠溶液与氯化锶溶液进行复分解反应生成铬酸锶，再经过滤、干燥、粉碎，制得铬酸锶成品。其反应式如下：

$$Na_2Cr_2O_7+Na_2CO_3 \longrightarrow 2Na_2CrO_4+CO_2\uparrow$$

$$Na_2CrO_4+SrCl_2 \longrightarrow SrCrO_4+2NaCl$$

【安全性】

毒性及防护：参见铬酸酐。

包装方法：用内衬牛皮纸、防潮纸或聚乙烯塑料袋的胶合板桶、铁桶或纸袋包装，每桶或每袋净重25kg或50kg。

贮存运输：应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，远离热源和火种。切勿与酸类、碱类、油类和易燃物品共贮混运。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒，注意防潮。装卸时要小心轻放，防止包装破损。

消防措施：失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 上海铬黄颜料厂。

Af010 碱式铬酸锌

【别名】 锌铬黄

【英文名】 basic zinc chromate

【结构式】 $4ZnO \cdot 4CrO_3 \cdot K_2O \cdot 3H_2O$

【物化性质】 柠檬黄色或淡黄色粉末。微溶于水，其溶解度为2.6g/L。具有优良的防腐蚀性能。有明亮的柠檬黄色及良好的颜料特性。

【质量标准】 化工企业标准Q/GHTG 24—2005

项目		指标
105℃挥发物/%(质量)	≤	1.0
吸油量/(mL/100g)	≤	40
耐光性/级	≥	5
ZnO含量/%	≥	61～68
CrO_3含量/%	≥	19～22
氯化物/%	≥	0.1

【用途】 主要用于防锈涂料，具有优良的耐光、耐热性能，适用于防锈底漆，也可用于油墨、橡胶、塑料和美术颜料及文教用品。

【制法】 重铬酸钾法：将氧化锌加入盛有水的槽中，搅拌4h，过筛后加水稀释成悬浮液，加入反应器中，再加入重铬酸钾溶液、稀盐酸，进行搅拌反应，经搅拌20h后，用水漂洗，过滤，滤饼经干燥、粉碎，制得碱式铬酸锌成品。其反应式如下：

$$4ZnO+2K_2Cr_2O_7+2HCl+2H_2O \longrightarrow \text{本品}+2KCl$$

【安全性】

毒性及防护：参见铬酸酐。

包装及贮运：参见铬酸铅。

【生产单位】 上海铬黄颜料厂，石家庄市迅达化工有限责任公司，新乡鹏程化工有限责任公司。

Af011 重铬酸铵

【别名】 红矾铵

【英文名】 ammonium bichromate; ammonium dichromate

【结构式】 $(NH_4)_2Cr_2O_7$

【分子量】 252.06

【物化性质】 橙红色单斜结晶，相对密度2.15(25℃)，加热到185℃即分解(反应时出现火焰)而成松散的三氧化二铬粉末。易溶于水和乙醇，不溶于丙酮。重铬酸铵是光敏物质，曝光后能还原成三价铬。是强氧化剂，与有机物混合、加热、撞击和摩擦都可引起爆炸。有毒!

【质量标准】 企业标准(天津砚桥化工销售有限公司)

指标名称		指标	
		工业级	照相级
重铬酸铵[$(NH_4)_2Cr_2O_7$]/%	≥	98.0	99.0
氯化物/%	≤	0.2	0.1
水不溶物/%	≤	0.05	0.02
水分/%	≤	0.03	0.03

【用途】 主要用于凹版印刷的照相制版、配制显影液以及石印显影。用于制造陶瓷釉药、烟火，是生产纯氮和十二烷基磺酸钠的原料。用于合成香料，以椰子油为原料制十二醇、十四醇时作催化剂。在印染行业用作酸性染料和媒介染料的媒染剂，还用作塑料和橡胶的发泡剂。

【制法】 工业生产方法有复分解法和中和法。

复分解法：将重铬酸钠和氯化铵按理论量配比溶于重铬酸铵母液和洗液的混合液中，加热至沸，反应溶液浓度达37～38°Bé为止。经澄清分离不溶物后，冷却至常温。析出重铬酸铵结晶，经过滤分离出结晶与母液后，水洗除去氯化物。再经离心脱水、干燥，制得重铬酸铵成品。其反应式如下：

$$Na_2Cr_2O_7+2NH_4Cl \longrightarrow (NH_4)_2Cr_2O_7+2NaCl$$

【安全性】

健康危害：吸入重铬酸铵粉末时，使呼吸器官和鼻腔等发炎。严重的可造成鼻中隔软骨穿孔，使呼吸器官受到损伤，甚至造成肺硬化。

急救措施：当重铬酸铵溅落到皮肤上时，立即用水冲洗15min。当出现湿疹和皮炎时，则局部使用洗液、撒粉、无刺激作用的软膏。如不慎落入眼睛内，立即用水冲洗15min以上，滴入鱼肝油，然后滴入30%磺胺乙酰溶液。重者应立即送到医院治疗。

防护措施：生产设备要完全密闭，工作地点要通风良好，使空气中含铬的浓度保持很低。生产工人要穿工作服、戴口罩、使用乳胶手套等劳保用品，空气中有气溶胶存在时，要戴防毒面具。铬酸盐、重铬酸盐（按 CrO_3 计）的最高容许浓度为0.01mg/m^3。

包装方法：用内衬塑料袋的铁桶包装，每桶净重50kg或100kg。包装上应有明显的“氧化剂”和“有毒品”标志。

贮存运输：属二级无机氧化剂，危规编号：GB 5.1类51520。贮存在通风、干燥的库房内。容器必须密封，避免受潮，要远离热源和火种。不可与有机物、易燃物和酸类物品共贮混运。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，严禁铁桶碰撞。

消防措施：失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 天津砚桥化工销售有限公司，上海金联精细化工厂，天津市万盛化工有限公司。

Af012 重铬酸钾

【别名】 红矾钾

【英文名】 potassium bichromate；potassium dichromate

【结构式】 $K_2Cr_2O_7$

【分子量】 294.18

【物化性质】 橙红色单斜晶系或三斜晶系结晶。相对密度2.676（25℃），加热到241.6℃时三斜晶系转变为单斜晶系。熔点398℃，加热到500℃时则分解放出氧。微溶于冷水，易溶于热水，其水溶液呈酸性，不溶于醇。为强氧化剂，与有机物接触摩擦、撞击能引起燃烧。不潮解，不生成水合物。有毒！

【质量标准】 国家标准GB 28657—2012

项目		优等品	一等品	合格品
重铬酸钾($Na_2Cr_2O_7$)质量分数/%	≥	99.8	99.5	99.0
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/%	≤	0.02	0.05	0.05
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/%	≤	0.03	0.05	0.07
钠(Na)质量分数/%	≤	0.4	1.0	1.5

续表

项目	优等品	一等品	合格品
水分质量分数/% ≤	0.03	0.05	0.05
水不溶物质量分数/% ≤	0.01	0.02	0.05

【用途】 用于生产铬明矾、氧化铬绿、铬黄颜料。搪瓷工业用它与长石粉、石英砂等混合后煅烧成珐琅粉，作绿色的着色剂。用于调制火柴药头，起氧化防潮作用。用作轻革的鞣革剂，媒介染料染色和印花用作媒染剂，制合成香料用作氧化剂。用于电焊条、印刷油墨，金属钝化，用作有机合成的氧化剂和催化剂及医药品的原料。

【制法】 复分解法：将重铬酸钠（或制造重铬酸钠后的母液）稀释加热，加入理论量的氯化钾（含 KCl＞90％）进行复分解，反应温度为 105～110℃，反应溶液浓度控制在 37～38°Bé，生成重铬酸钾溶液。加入少量氯酸钠，用氢氧化钠调整溶液 pH 值为 5～6，再加入少量硫酸铝使杂质絮凝，经澄清除去杂质，将溶液冷却结晶，再经离心分离、洗涤、干燥，制得重铬酸钾成品。其反应式如下：

$$Na_2Cr_2O_7+2KCl \longrightarrow K_2Cr_2O_7+2NaCl$$

分离后的母液，经浓缩析出氯化钠结晶，而重铬酸钾仍溶于液相。分离氯化钠，并用热洗液和热水洗涤，洗液可与重铬酸钾母液合并进行蒸发。

分离氯化钠后的母液经澄清除去不溶物，冷却溶液可再次得到重铬酸钠结晶，二次母液可返回反应器。

【安全性】

毒性及防护：参见重铬酸钠。

包装方法：用内衬塑料袋的铁桶包装，每桶净重 50kg、100kg。或用衬有二层聚乙烯塑料袋的编织袋包装，每袋净重 40kg。包装上应有明显的“氧化剂”和“有毒品”标志。

贮存运输：属二级无机氧化剂，危规编号：GB 5.1 类 51520。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，容器必须密封、防潮。不得与有机物、易燃物、强酸共贮混运。运输时防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止铁桶碰撞。

消防措施：失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 湖北振华化学股份有限公司，天津市万盛化工有限公司，甘肃锦世化工有限责任公司，四川银河化学股份有限公司。

Af013 重铬酸钠

【别名】 红矾钠

【英文名】 sodium bichromate; sodium dichromate dihydrate

【结构式】 $Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$

【分子量】 298.00

【物化性质】 橙红色单斜棱锥状或细针状结晶。熔点 356.7℃（无水物），相对密度（d^{13}）2.52。易溶于水，其水溶液呈酸性，不溶于醇。加热到 84.6℃时失去结晶水形成铜褐色无水物。约 400℃分解为铬酸钠和三氧化铬。易潮解、粉化。为强氧化剂，与有机物接触摩擦、撞击能引起燃烧。有腐蚀性。有毒！

【质量标准】 国家标准 GB 1611—2014

项目	优等品	一等品	合格品
重铬酸钠($Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$)/% ≥	99.5	98.3	98.0
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)含量/% ≤	0.20	0.30	0.40
氯化物(以 Cl^- 计)含量/% ≤	0.07	0.10	0.20

【用途】 用于制造铬酸酐、重铬酸钾、碱式硫酸铬、铬黄、木质素磺酸盐等。制革工业用作鞣革剂。在印染工业中，用于苯胺染料染色时作氧化剂，硫化还原染料染色时作后处理剂，酸性媒介染料染色时作媒染剂。医药工业用于生产胺苯砜、苯佐卡因、叶酸、雷佛奴尔等。电镀工业用于镀锌后钝化处理、增加光亮度，也用于金属表面处理。用于生产碱性湖蓝染料、糖精、合成樟脑、合成纤维、合成香料。

【制法】 重铬酸钠的生产主要包括铬酸钠制造和铬酸钠转化成重铬酸钠两个工序。铬酸钠转化目前工业上主要采用硫酸法。正在开发的有电解法。

硫酸法：将铬铁矿粉碎至200目，与纯碱（一般用量为理论量的90%～93%）、白云石粉、石灰石粉和矿渣按一定配比混合后送入转窑，在1100～1150℃进行氧化焙烧1.5～2h，使三氧化二铬转化为铬酸钠。烧成的熟料经冷却粉碎后，用稀溶液和水在浸取器中多级逆流浸取、抽滤，得到35～40°Bé的铬酸钠溶液。将pH调至7～8，使铝酸钠水解成氢氧化铝沉淀，经过滤后除去。中性滤液蒸发至48°Bé后，加入浓硫酸酸化，使铬酸钠转化为重铬酸钠。经两次蒸发，使硫酸钠完全除去，再经澄清以除去全部不溶性杂质。把澄清液冷却至30～40℃进行结晶，经离心分离，制得重铬酸钠成品。母液返回中和或用于制造其他铬盐产品。其反应式如下：

$$4(FeO \cdot Cr_2O_3)+8Na_2CO_3+7O_2 \longrightarrow 8Na_2CrO_4+2Fe_2O_3+8CO_2\uparrow$$

$$2Na_2CrO_4+H_2SO_4 \longrightarrow Na_2Cr_2O_7+Na_2SO_4+H_2O$$

【安全性】

毒性：六价铬的产品有毒。

环境危害：铬渣及铬产品容易造成环境污染，特别是对水体的污染。国内对铬渣的处理方法有：①铬渣湿法解毒；②铬渣干法解毒；③铬渣制钙镁磷肥；④铬渣作玻璃着色剂；⑤铬渣制铸石等。对含铬废水的处理方法主要有：①硫酸亚铁法；②离子交换法；③活性炭法。三废处理在日本用铬渣加还原剂和添加剂混合成型、焙烧还原制人造骨料；亦有将铬渣用亚硫酸盐造纸废液在回转窑内还原焙烧后用以填地或堆放。罗马尼亚将铬渣全部堆于经防渗措施的渣地。

健康危害：长期吸入能破坏鼻黏膜，引起鼻膜炎和鼻中隔软骨穿孔，使呼吸器官受到损伤。皮肤接触重铬酸钠溶液和粉末时易引起铬疮和皮炎，当破伤的皮肤与之接触时，会造成不易痊愈的溃疡。眼睛受到沾染时，将引起结膜炎，甚至失明。铬酸盐、重铬酸盐（按CrO_3计）最高容许浓度为$0.01mg/m^3$。当空气中重铬酸钠超过此浓度时，吸入会引起鼻黏膜溃烂。

急救措施：如有重铬酸钠溶液或粉末溅到皮肤上，应立即用大量水冲洗干净，如不慎溅入眼睛内，应立即用大量水冲洗15min以上，并滴入鱼肝油和30%磺胺乙酰溶液进行处理。误食铬盐会引起急性铬中毒，出现腹痛、呕吐、便血，严重者会出现血尿、抽搐、精神失常等。应立即用亚硫酸钠溶液洗胃解毒。口服1%氧化镁稀溶液，喝牛奶和蛋清等。

防护措施：工作前必须穿着符合标准规范的工作服、橡皮围裙、乳胶手套，使用个人专用的保护面罩。工作时，要求生产设备密闭，通风良好，防止气体外逸和粉尘飞扬。要遵守个人卫生规则，下班后，务必淋浴，皮肤上有破伤处，应涂敷防护药膏。应定期进行体检，每两年复查一次。

包装方法：用内衬塑料袋的铁桶密封包装，每桶净重50kg、100kg或250kg。包装上应有牢固、清晰的“氧化剂”和“有毒品”标志。

贮存运输：属二级无机氧化剂，危规编

号：GB 5.1 类 51520。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。容器必须密封、防潮。应远离热源和火种，不得与有机物、易燃物、过氧化物、强酸共贮混运。运输时应有遮盖物，要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，严防铁桶碰撞。
消防措施：失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。
【生产单位】 湖北振华化学股份有限公司，天津市万盛化工有限公司，四川银河化学股份有限公司，重庆民丰化工有限责任公司。

Af014 碱式硫酸铬

【别名】 盐基性硫酸铬；铬盐精
【英文名】 chromium sulfate，basic
【结构式】 $Cr(OH)SO_4 \cdot nH_2O$
【分子量】 165.06
【物化性质】 工业品为碱式硫酸铬与硫酸钠的混合物，通式为 $Cr(OH)_m(SO_4)_n \cdot 2xH_2O$。为无定形墨绿色粉末或片状物，颗粒在显微镜下具有玻璃态。易溶于水，不溶于醇。吸湿性强。有毒!
【质量标准】
化工行业标准 HG/T 2678—2007

项目	Ⅰ类		Ⅱ类	
	高碱度	低碱度	高碱度	低碱度
三氧化二铬(Cr_2O_3)/%	24～26		21～23	
碱度	36～40	32～34	36～40	32～34
铁(Fe)/% ≤	0.1		0.1	
水不溶物/% ≤	0.1		0.1	
铬(Cr^{6+})/% ≤	0.005		0.005	

【用途】 主要用于鞣制皮革，是生产氢氧化铬的原料。染料工业用于生产活性黑染料，印染工业用作媒染剂。
【制法】 碱式硫酸铬的生产方法主要有有机物还原法和二氧化硫还原法。

有机物还原法：将重铬酸钠母液用硫酸氢钠溶液（40～42°Bé）或硫酸在衬铅或搪玻璃带搅拌的反应器中进行搅拌酸化后，在搅拌下缓慢加入蔗糖还原剂，使六价铬还原，反应结束时保持溶液沸腾，有利于反应完全。

反应产物为糖浆状黏稠液，加水将溶液浓度调至 40～42°Bé，先经自然冷却，再在冷却结晶器中冷冻至 10℃以下，使部分硫酸钠生成芒硝结晶，经离心分离，制得液体碱式硫酸铬产品，再经浓缩、干燥，制得固体碱式硫酸铬成品。其反应式如下：

$$8Na_2Cr_2O_7+48NaHSO_4+C_{12}H_{22}O_{11} \longrightarrow 16Cr(OH)SO_4+32Na_2SO_4+27H_2O+12CO_2\uparrow$$

$$8Na_2Cr_2O_7+24H_2SO_4+C_{12}H_{22}O_{11} \longrightarrow 16Cr(OH)SO_4+8Na_2SO_4+27H_2O+12CO_2\uparrow$$

【安全性】
毒性及防护：参见重铬酸钠。
包装方法：固体产品用内衬聚乙烯塑料袋的聚丙烯编织袋包装，每袋净重 25kg、50kg。液体产品用槽车运输。包装上应有明显的“有毒品”标志。
贮存运输：属无机有毒品，危规编号：83028。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。包装容器要密封、防潮。不得与食用物品、有机物、易燃物、酸类共贮混运。运输时要防雨淋和烈日曝晒，装卸时要小心轻放，防止包装破损。
消防措施：失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。
【生产单位】 内蒙古黄河铬盐股份有限公司，湖北振华化学股份有限公司。

Af015 硫酸铬钾

【别名】 钾铬矾；铬明矾
【英文名】 potassium chromic sulfate dodecahydrate；chrome alum；potassium chrome alum
【结构式】 $KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

【分子量】 499.41

【物化性质】 紫色或紫红色等轴晶系八面体结晶，易制成大颗粒结晶。相对密度1.826（25℃），熔点89℃。加热至100℃失去10个结晶水，加热至400℃时失去12个结晶水变成无水物。溶于水、稀酸，不溶于醇。溶于水中呈紫红色水溶液，加热至70℃时变成绿色溶液，冷却后渐变紫色。易吸潮，在干燥的空气中能风化。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2570—2009

项目	指标	
	一等品	合格品
硫酸铬钾[$KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$]质量分数/% ≥	99.0	98.0
水不溶物质量分数/% ≤	0.003	0.005
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/% ≤	0.002	0.003
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.005	0.01
六价铬(Cr^{6+})质量分数/% ≤	0.003	

【用途】 用于鞣制面革。在照相定影液中用作照相胶卷的坚膜剂。染料工业用作生产活性红棕 K-B3R、中性紫 BL、中性橙 RL 和中性桃红 BL 等产品时用作铬络合剂。印染工业用作媒染剂。还用作玻璃、陶瓷、搪瓷等的釉药。也作防水剂，用于石油钻井等。

【制法】 硫酸铬钾的工业生产方法可采用有机物还原法和二氧化硫还原法。

有机物还原法：将99%重铬酸钾和98%硫酸按理论量溶解于铬明矾母液后，在搅拌下缓慢加入木屑进行还原。反应温度控制不超过80℃，反应结束后，静置缓慢结晶，经离心分离母液后，把结晶用少量冷水洗涤，再经低温干燥，制得硫酸铬钾成品。其反应式如下：

$$2K_2Cr_2O_7+8H_2SO_4+40H_2O+3C \longrightarrow \text{本品}+3CO_2\uparrow$$

母液和洗液返回反应器，用以溶解重铬酸钾。

【安全性】

毒性及防护：参见重铬酸钠。

包装方法：用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重50kg；用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重40kg。

贮存运输：应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。包装要密封，应注意防潮、防止风化。不可与食用物品、易燃物品和酸类共贮混运。运输时要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。

消防措施：失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 上海金联精细化工厂，天津砚桥化工销售有限公司。

Ag 氰化物

氰化物行业是无机盐工业的一个重要分支，行业的主要产品是氢氰酸、氰化钠及其下游氰化物产品。氢氰酸是生产氰化物产品的最基础的原料，但由于其剧毒、易挥发、易聚合的性质而不能长期贮存、长距离运输。由氢氰酸与氢氧化钠反应生成的氰化钠成为最基础、最重要的氢氰酸下游产品。氰化钠作为一种基本化工原料，广泛应用在冶金、电镀、医药、农药、染料、有机行业中。早先的生产工艺采用氨钠法和氰熔体法，我国最早工业化规模生产氰化钠的是吉林化学工业公司电石厂（氰熔体法）和上海吴淞化工厂（氨钠法），目前氰熔体法和氨钠法已被淘汰。1970 年由上海开发的轻油裂解法具有原料来源丰富、操作简便、易于大幅度增产等特点，与氨钠法相比节能、成本低，但存在易燃、易爆、设备腐蚀等问题。兰州化学工业公司在国内首先采用丙烯氨氧化法丙烯腈副产的氢氰酸为原料直接生产氰化钠。重庆兰科化工有限责任公司（原四川省天然气化工研究院永川研究所）以天然气为原料，氨氧化制取氢氰酸及深加工产品的开发研究，已有 40 多年的历史，是国内唯一从事氰化物系列产品开发的专业研究单位。目前国内规模较大的生产氰化钠及其衍生物生产企业有安徽曙光化工集团、河北诚信有限责任公司等，氰化钠产品也远销到南美洲、非洲、澳洲和中亚、东南亚等众多国家和地区。

目前国外氰化物主要采用丙烯腈副产氰化氢回收法、轻油裂解法和安氏法三种工艺生产。

铁氰化物有黄血盐钾（钠）、赤血盐钾（钠），这些产品以氰化钠为原料制备，亦可由炼焦厂副产含氰废水回收先制成黄血盐钠，然后再转化。四川天然气化工研究所 1987 年 10 月成功地开发了以氢氰酸直接生产黄血盐钠、黄血盐钾的生产工艺。目前国内较大的生产企业有重庆兰科化工有限责任公司（原四川省天然气化工研究院永川研究所）、湖南和诚医药化学品有限公司、河北诚信有限责任公司、天津市津西美华化工厂等。

硫氰酸盐有铵、钾、钠、铜等化合物。河南天之水化工有限公司长期致力于硫氰酸盐的研究和生产，是具竞争力的硫氰酸盐生产商之一。其他生产企业还有宜兴市燎原化工有限公司、重庆川东化工（集团）有限公司等。

随着国民经济的发展，氰化物的品种及用途将不断扩大，蛋氨酸的生产需氰化物，三聚氯氰是制活性染料和除草剂的中间体，其生产原料也离不开氰化物。

氰化物是剧毒产品，因而开发氰化物新产品及新用途的同时，应加强宏观控制、统一规划，使氰化物生产做到系列化、专业化集中生产，减少三废污染，提高安全性。

Ag001 氢氰酸

【别名】 氰化氢

【英文名】 hydrogen cyanide

【结构式】 HCN

【分子量】 27.03

【物化性质】 无色透明液体，易挥发，具有苦杏仁气味。相对密度 0.697（18℃），熔点 −13.2℃，沸点 25.7℃。能与乙醇、乙醚、甘油、氨、苯、氯仿和水等混溶。弱酸，与碱作用生成盐，其水溶液沸腾时，部分水解而生成甲酸铵。在碱性条件下，与醛、酮化合生成氰醇，与丙酮作用生成丙酮氰醇。气态氢氰酸一般不产生聚合，但有水分凝聚时，会有聚合反应出现，空气（氧）并不促进聚合反应。液态氢氰酸或其水溶液，在碱性、高温、长时间放置、受光和放射线照射、放电以及电解条件下，都会引起聚合。聚合开始后，产生的热量又会引起聚合的连锁反应，从而加速聚合反应的进行，同时放出大量热能，引起猛烈的爆炸，爆炸极限 5.6%～40%（体积分数）。其蒸气燃烧呈蓝色火焰。空气中有氢氰酸存在时，用联苯胺-乙酸铜试纸测定呈蓝色反应，用甲基橙-氯化汞（Ⅱ）试纸测定由橙色变粉红色，用苦味酸-碳酸钠试纸测定由黄色变为茶色。剧毒！

【质量标准】 参考指标

指标名称	指标
氰化氢(HCN)/% ≥	90

【用途】 可作灭柑橘树害虫的特效农药。制造氰化物，用于仓库和船舶等消毒。还用于合成丁腈橡胶、合成纤维、塑料、有机玻璃及钢铁表面渗氮。

【制法】

（1）氰化钠法　将氰化钠与硫酸直接发生反应，经冷凝并加入少量无机酸作稳定剂，即得氢氰酸产品，其反应式如下：

$$2NaCN + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HCN$$

（2）安氏法　以氨、甲烷、空气为原料，铂网为催化剂，在常压、1000℃以上条件下，进行氨氧化反应。其反应式如下：

$$2CH_4 + 2NH_3 + 3O_2 \longrightarrow 2HCN + 6H_2O$$

【安全性】

毒性：剧毒。

急性毒性：最高容许浓度为 0.3mg/m^3。致死量为 1mg/kg（体重）。

健康危害：浓度高时急性中毒，几乎会立即失去知觉，发生呼吸麻痹，不久出现心脏麻痹。浓度较低时，中毒最初阶段：喉咙搔痒，口中有苦辣味道、流涎、头晕，胃部感到发热、恶心、呕吐，有大便感觉，呼吸加快，加深，头部充血，心悸等。之后进入呼吸困难、痉挛、麻痹或窒息阶段。慢性中毒表现为头痛、乏力、易疲劳、全身不适、头晕、多汗、恶心、上腹部痛、消化不良、四肢及心脏疼痛、心动过速。对皮肤表现出弱刺激作用，进入眼内可引起局部的刺激作用。

急救措施：皮肤接触时应立即脱去被污染的衣着，用流动清水或 5% 硫代硫酸

钠溶液彻底冲洗受污皮肤至少20min，就医。眼睛接触时应立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少15min，就医。吸入时应迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧。呼吸心跳停止时，立即进行人工呼吸（勿用口对口）和胸外心脏按压术，给吸入亚硝酸异戊酯，注射3%亚硝酸钠10～15mL，就医。食入时应饮足量温水，催吐，用0.2%高锰酸钾，5%硫代硫酸钠或3%过氧化氢彻底洗胃，就医。

防护措施：工作时可采用B型过滤式工业用防毒面具，当氰化氢浓度为（10±1）mg/L时，防护时间为30min。带有对烟和粉尘有效的防护过滤器，防护时间为70min。必须用橡胶及塑料保护皮肤，必须保证氰化氢排出装置的密闭性。应在危险地区采取监测和音响警报，当氰化氢浓度达5mg/m^{3}时，发出指示不应晚于6min。应严格遵守个人卫生措施，所有工人必须了解氰化物的有害作用及对患者的急救措施，每年进行定期体检。

包装方法：用内有填充剂、稳定剂的铁罐密封包装，每桶净重1kg。包装上应有明显的“剧毒品”标志。属无机剧毒品，危规编号：GB 6.1类61003。剧毒GA 58—93 GA No A1022。GB 12268—2012，UN No.1051（加稳定剂）；UN No 1614（加稳定剂，用惰性材料吸收后放入铁罐）。CAS：74-90-8。

贮存运输：宜贮存在通风、阴凉、干燥的专用仓库中，应与其他仓库隔离。放置容器时须防碰撞，应远离容易起火的地点，对逸出气体处置时，须戴好自给氧呼吸器与手套，用排风机排送至水洗塔或与塔相连的通风橱内。

消防措施：遇到大火，消防人员须在有防护掩蔽处操作，可用干粉化学品、抗醇泡沫或二氧化碳灭火剂灭火。用水灭火可能无效，但需用水保持火场容器冷却，用水喷驱散蒸气、赶走液体，防止引燃着火，并用水喷淋保护去堵漏的人员。

【生产单位】 安徽曙光化工集团公司，重庆兰科化工有限责任公司，四川化工控股（集团）有限责任公司。

Ag002 氰化亚铜

【英文名】 cuprous cyanide

【结构式】 CuCN

【分子量】 89.56

【物化性质】 白色单斜结晶粉末或淡绿色粉末。相对密度2.92，熔点474℃（在氮气中）。不溶于水和冷的稀酸，易溶于氨水、铵盐溶液和浓盐酸，在沸腾的稀盐酸中分解成氯化亚铜和氰化氢。溶于氰化钠、氰化铵、氰化钾时生成氰铜络合物。可与多种金属离子形成络合物。温度高于130℃时自燃。与氯酸盐或亚硝酸钠混合能引起爆炸。剧毒！

【质量标准】 化工行业标准HG/T 2827—2011

项目	指标	
	优等品	一等品
铜(Cu)含量/% ≥	70.2	69.6
氰化亚铜(CuCN)含量(以Cu含量换算)/% ≥	99.0	98.0
氰根(CN^-)含量/%	28.0～28.6	
氰化钠溶液不溶物含量/% ≤	0.20	0.30
铁(Fe)含量/% ≤	0.02	0.04

【用途】 用于电镀铜及其合金。医药上作抗结核药和其他药物的原料。还可用来制造杀虫剂和其他化学药剂。用于净化熔融金属和制造防污涂料等。

【制法】 硫酸铜法：在溶解槽内将氰化钠和碳酸钠用水在30～40℃溶解成含氰化钠130g/L、碳酸钠60g/L的溶液，加入

少量氢氧化钠，以吸收氰化钠水解时产生的微量氰化氢气体，并使 Fe^{2+}、Fe^{3+}、Ca^{2+}、Mg^{2+} 生成氢氧化物沉淀，沉降 16h 后分离得合格清液，供反应用。

将硫酸铜用水在 30～40℃ 溶解，加入 15%～20% 碳酸钠溶液，调节 pH 至 5～5.3，加入 10% 次氯酸钠使 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+}，配成含硫酸铜 280g/L 的溶液，沉降 48h，分离清液含 $Fe^{3+} < 2.0\times10^{-6}$，供反应用。

将亚硫酸钠、碳酸钠用水在 30～35℃ 溶解成含亚硫酸钠 150g/L、碳酸钠 40g/L 的溶液，再加入少量氢氧化钠，使 Fe^{2+}、Ca^{2+}、Mg^{2+} 生成氢氧化物沉淀，经沉降 16h，分离清液含 $Fe^{2+} < 1.0\times10^{-6}$ 后，供反应用。

将上述配制好的硫酸铜、亚硫酸钠与碳酸钠溶液，在搅拌下，反应生成亚硫酸铜与亚硫酸亚铜的复盐糊状沉淀，再将氰化钠与碳酸钠溶液进行反应生成白色氰化亚铜。反应生成的硫酸被碳酸钠中和，并加稀硫酸调 pH 值至 1～2，使沉淀状态的 Fe 变成可溶性 Fe^{2+}，在漂洗时洗掉，并使 $CO_3{}^{2-}$ 变成 CO_2 气体放出。反应后的物料用水漂洗除去硫酸钠，再经离心分离，真空干燥，即得氰化亚铜成品。其反应式如下：

$$6CuSO_4 + 6Na_2SO_3 + 2H_2O \longrightarrow 2CuSO_3 \cdot Cu_2SO_3\downarrow + 6Na_2SO_4 + 2H_2SO_4$$

$$2CuSO_3 \cdot Cu_2SO_3 + 6NaCN + H_2O \longrightarrow 6CuCN\downarrow + 3Na_2SO_3 + H_2SO_4$$

$$H_2SO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow Na_2SO_4 + CO_2\uparrow + H_2O$$

【安全性】

毒性：剧毒。

健康危害：毒性与氢氰酸类似。慢性中毒会出现头痛、消瘦、性机能及性欲障碍，植物神经衰弱、贫血、白细胞减少，氨基转换酶水平及氰化血红蛋白水平升高。

急救措施：当吞入粉尘引起中毒时，用 3% 双氧水或 0.2% 高锰酸钾液洗胃，每过 15min 给一汤匙硫酸亚铁和煅镁氧乳液。其他急救措施参见“氢氰酸”。

防护措施：工作时应注意保护皮肤，在工作前用由 20 份氨水、100 份甘油、50 份酒精、5 份硼酸及 25 份水组成的液体涂手部皮肤，工作后用 0.2% 高锰酸钾液或 2% 双氧水洗手。环境最高容许浓度为 $0.5mg/m^3$。

包装方法：用内衬塑料袋的铁桶包装，每桶净重 15kg、25kg 和 50kg。包装上应有明显的“剧毒品”标志。

贮存运输：属无机剧毒品，危规编号：GB 6.1 类 61002。剧毒 GA 58-93 GA No. A1019。CAS：544-92-3。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中。容器必须密闭，避免与酸类或氧化剂接触，仓贮管理应按公安部门规定办理。搬运时应穿工作服、戴口罩和手套，地面残留物可用五倍大苏打溶液中和清除。

消防措施：失火时，用水扑救时切忌冲入氰化亚铜物资中，以防止有毒水流淌，发生大量中毒。本品不会燃烧，灭火剂可用干粉、砂土，禁用酸碱或泡沫灭火器，防止产生毒气。施救人员应戴防护用品。

【生产单位】 天津市津西美华化工厂，杭州青化社化工有限公司，沈阳化学试剂厂，重庆川东化工（集团）有限公司。

Ag003 氰化钾

【别名】 山奈钾；山埃钾

【英文名】 potassium cyanide

【结构式】 KCN

【分子量】 65.12

【物化性质】 白色片状、块状或结晶颗粒，易潮解。相对密度 1.852，熔点 634.5℃。易溶于水，微溶于甘油、甲醇和液氨中。在空气中吸收水分和二氧化碳，逐渐分解并放出有苦杏仁气味的氰化

氢。在水中溶解后即水解，水溶液在常温下分解较慢，但在高温、光照射以及有氧化剂存在下即氧化。赤热时，与二氧化碳反应，形成一氧化碳及氰酸钾。与镁、铝等金属反应，形成氮化物。水溶液可溶解多种金属而成络合物。熔融物可腐蚀玻璃及石英。剧毒！

【质量标准】 国家标准《工业氰化钾》GB 27585—2011

指标名称		固体		溶液
		优等品	一等品	
氰化钾(KCN)/%	≥	99.0	98.5	30.0
氢氧化钾(KOH)/%	≤	0.3	0.4	1.6
碳酸钾(K_2CO_3)/%	≤	0.3	0.5	1.6
甲酸钾(HCOOK)/%	≤	0.9	—	—
氯化物(以 Cl^- 计)/%	≤	0.1	0.2	—
水分/%	≤	0.3	0.5	—
水不溶物/%	≤	0.05	0.05	—

【用途】 用于矿石浮选提取金和银、电镀、钢的热处理。也用于分析化学试剂和有机腈类产品制造以及制药等。还用于照相、生产丙烯腈和有机玻璃、蚀刻及石印，以及用作柠檬除霉剂等。

【制法】 吸收法：将氰化钠与硫酸反应生成的氢氰酸气体用一定浓度的氢氧化钾溶液吸收生成氰化钾，然后将溶液送至蒸发器，在50～60℃进行真空蒸发，至过饱和状态，然后在结晶器中结晶，经离心分离，可得含量在92%左右的氰化钾，再在200℃左右进一步干燥脱水，制得氰化钾成品。分离后的母液返回中和反应器。其反应式如下：

$$2NaCN+H_2SO_4 \longrightarrow 2HCN+Na_2SO_4$$

$$HCN+KOH \longrightarrow KCN+H_2O$$

【安全性】

毒性：剧毒。毒性与氰氢酸的作用类似。

急性毒性：最高容许浓度为0.3mg/m^3，致死量为0.12g。

环境危害：对环境有害，特别是水体污染。

健康危害：慢性中毒时可有头痛、消瘦、性机能及性欲障碍。出现植物神经衰弱的综合征、贫血、白细胞减少，以及肾脏及心脏损伤、性腺及甲状腺机能低下、听觉和视觉及神经系统障碍，直到发生麻痹等。皮肤接触，会出现搔痒、亚急性或慢性湿症，有时手指发生深溃疡、治愈缓慢。

急救措施：参见氰化氢产品。当吞入粉尘引起中毒时，用3%双氧水或0.2%高锰酸钾液洗胃。每过15min给一汤匙硫酸亚铁和煅镁氧乳液。氰化钾溶液落在皮肤上，用大量水冲洗，然后缠上有硼酸或硼油的湿绷带。

防护措施：保护皮肤，用尼龙、氟共聚物乳胶手套。严格遵守个人卫生规则，禁止在工作场所吃东西及吸烟；衣服浸泡在含有2%硫酸亚铁的2%苏打溶液中2h，可使衣服无害；工作前用由20份氨水、100份甘油、50份酒精（96%）、5份硼酸及25份水组成的液体涂手部皮肤，工作后用0.2%高锰酸钾或2%双氧水溶液洗手。

包装方法：用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重50kg。包装上应有明显的“剧毒品”标志。

贮存运输：属无机剧毒品，危规编号：GB 6.1类61001。剧毒GA 58—93 GA No.A1002。GB 12268—2012 UN No.1680。CAS：151-50-8。应密闭保存，放在阴凉干燥的库房中，与其他仓库相隔离，并与酸类及氧化剂隔绝。仓库管理应按公安部门规定办理。搬运时应穿工作服，戴口罩、手套。地面残留物用五倍大苏打溶液中和清除，下脚还应深埋土中。

消防措施：失火时，用水以保护其他建筑物为主，切忌冲入氰化钾物资中，防止有毒水流淌，发生大量中毒。本品不会燃烧，可用砂土扑救，禁用酸碱或泡沫灭火器，防止产生毒气。施救人员应戴防护

用品。

【生产单位】 安徽曙光化工集团公司，重庆川东化工（集团）有限公司，北京化工厂，南京化学试剂有限公司，沈阳化学试剂厂。

Ag004 氰化钠

【别名】 山奈；山奈钠

【英文名】 sodium cyanide

【结构式】 NaCN

【分子量】 49.01

【物化性质】 立方晶系，白色结晶固体，块状、片状颗粒或粉末，易潮解，有微弱的苦杏仁气味。相对密度 1.596，熔点 563.7℃，沸点 1496℃。能溶于水、氨、乙醇和甲醇中。34℃以下水溶液易结晶出来氰化钠，常含有 1 个或 2 个结晶水。37.4℃以上时，则失去结晶水，成为强碱弱酸盐。易与酸作用，甚至很弱的酸亦能与之反应，放出剧毒的氰化氢气体。铁、锌、镍、铜、钴、银和镉等金属溶解于氰化钠溶液，产生相应的氰化物。在氧的参与下，能溶解金和银等贵金属，生成络合盐。剧毒！

【质量标准】 国家标准 GB 19306—2003

指标名称		固体			溶液	
		优等品	一等品	合格品	一等品	合格品
氰化钠(NaCN)质量分数/%	≥	98.0	94.0	87.0	30.0	30.0
氢氧化钠(NaOH)质量分数/%	≤	0.5	1.0	1.5	1.3	1.6
碳酸钠(Na_2CO_3)质量分数/%	≤	0.5	2.0	3.0	1.3	1.6
水分质量分数/%	≤	0.9	2.0	—	—	—
水不溶物质量分数/%	≤	0.05	0.10	0.20	—	—

注：1. 固体优等品的氢氧化钠+碳酸钠+水分+甲酸钠的总质量分数应不大于 2.0%。

2. 对氰化钠溶液产品，当环境温度低于 0℃时，其氰化钠质量分数可由供需双方协商确定。

【用途】 在机械工业中用作各种钢的淬火剂。电镀工业中作为镀铜、银、镉和锌等的主要组分。冶金工业中用于提取金、银等贵重金属。化学工业中是制造各种无机氰化物和氢氰酸的原料，也用于制造有机玻璃、各种合成材料、丁腈橡胶、合成纤维的共聚物。染料工业中用于制造三聚氰氯（活性染料中间体，又为生产增白剂的原料）。医药工业中用于制造氰乙酸甲酯和丙二酸二乙酯等。纺织工业中用作媒染剂，还用于钢的液式渗碳、渗氮。直接利用氰化钠生产的重要无机氰化物主要有黄血盐钠、黄血盐钾、氰化钾、氰化锌、氰化钡、氰化亚铜、硫氰化钠、硫氰化钾；有机氰化物有氰乙酸、丙二腈、蛋氨酸、氰苄、三聚氰氯等。利用氰化钠发生氰化氢再生产的主要产品有：甲基丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸丁酯、甲基丙烯酸、偶氮二异丁腈、偶氮二异庚腈、次氨基三乙酸、羟乙腈等。

【制法】 制备氰化钠的方法有安氏法、丙烯腈副产法、火焰法、轻油裂解法等，目前工业生产以丙烯腈副产法为主。

（1）丙烯腈副产法 在丙烯氨氧化法制丙烯腈的过程中，副产氰化氢气体（其量相当于丙烯腈产量的 4%～10%），经碱液吸收，再经蒸发、浓缩、分离、干燥，制得氰化钠产品。其反应式如下：

$$HCN+NaOH \longrightarrow NaCN+H_2O$$

（2）安氏法 以天然气、氨和空气为原料。天然气经水洗塔脱去无机硫和部分有机硫，经过滤使精制后的天然气含硫量≤$1mg/m^3$、C_2以上的烃类在 2%以下，液氨经汽化器汽化，空气经过滤器精滤。

将三种原料气按氨：甲烷：空气＝1：(1.15～1.17)：(6.70～6.80)的比例，经混合器混合进入氧化反应器，以铂铑合金为催化剂，于1070～1120℃温度下，反应生成含8.5%的混合气体，经冷却后进氨吸收塔，用硫酸吸收残余氨，然后经水冷却，用低温水吸收氰化氢，尾气经碱洗塔后排空。水吸收氰化氢溶液经换热后进入解吸塔，塔顶得纯度98%的HCN，再与碱液反应，生成氰化钠溶液，经蒸发、结晶、干燥、成型，制得成品。其反应式如下：

$$CH_4 + NH_3 \longrightarrow HCN + 3H_2$$

$$HCN + NaOH \longrightarrow NaCN + H_2O$$

【安全性】

毒性：剧毒。

急性毒性：氰化钠的致死剂量为0.10g，其他参见氰化钾。

防护措施：工作中，不可饮茶吸烟，工作后应清洗手脸。地面残留物用五倍大苏打溶液中和清除，下脚还应深埋土中。以防为主，防止吸入，破皮肤不可接触，发现头昏不舒服现象时，立即转移到新鲜空气处，或服1%药用大苏打溶液急救，并迅速送医院治疗。

包装方法：用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重50kg、60kg。包装上应有明显的“剧毒品”标志。

贮存运输：属无机剧毒品，危规编号：GB 6.1类61001。剧毒GA No.A1002。GB12268—2012 UN No.1689。CAS号：143-33-9。应贮存在通风、干燥的库房中，宜专库专贮。容器必须密闭。遇酸会产生剧毒气体，不可与酸类、氧化剂及食用物品共贮混运。仓贮管理应按公安部门规定办理，实行“双人收发、双人保管”制度。搬运时应穿工作服，戴口罩、手套。

消防措施等其他安全性处理参见氰化钾。

【生产单位】 安徽曙光化工集团有限公司，河北诚信有限责任公司，沈阳化学试剂厂，中国石化上海石油化工股份有限公司，重庆兰科化工有限责任公司，天德化工控股有限公司。

Ag005 氰化锌

【英文名】 zinc cyanide

【结构式】 $Zn(CN)_2$

【分子量】 117.42

【物化性质】 白色有光泽斜方晶系柱状结晶，或无定形粉末，或块状。相对密度1.852。不溶于冷水、氢氰酸、乙醇和乙醚，微溶于热水，溶于液碱、氨水、冰醋酸锌溶液中，溶于氰化钠、氰化钾溶液形成复盐。不溶于有机酸中，在稀无机酸中分解释放出氰化氢。吸收潮湿空气中的二氧化碳，生成碳酸锌而放出氢氰酸。800℃时在空气中分解，放出氰化氢。剧毒！

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
氰化锌[$Zn(CN)_2$]/%	≥	98
氰根(CN^-)/%	≥	40
氰化钠不溶物/%	≤	0.2
碳酸盐(Na_2CO_3)/%	≤	0.5

【用途】 用于电镀、有机合成、医药和农药的制造。

【制法】 合成法：氰化钠用水溶解，加入氯化钡以除去碳酸钠杂质；氯化锌用水溶解，如溶液学浑浊，需加入盐酸，调pH至5～6，使溶液中的ZnO转换成$ZnCl_2$。将经沉降的氯化锌清液放入反应器内，加入氰化钠溶液使反应生成氰化锌沉淀。为防止生成的氰化锌溶于过量的氰化钠溶液而形成$Na_2Zn(CN)_4$复盐溶液，故氰化钠溶液的加入量应加以控制。沉淀用水漂洗除氯化钠，然后经离心分离、干燥，制得氰化锌成品。其反应式如下：

$2NaCN + ZnCl_2 \longrightarrow Zn(CN)_2 + 2NaCl$

【安全性】

毒性及防护：参见氰化钾。

包装方法：用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重 50kg。包装上应有明显的"剧毒品"标志。

贮存运输：危规编号：GB 6.1 类 61001。剧毒 GA 58—93 A1013，GB 12268—2012 UN No.1713。CAS 号：557-21-1。贮运参见氰化钾。

【生产单位】 杭州青化社化工有限公司，沈阳化学试剂厂，重庆川东化工（集团）有限公司。

Ag006 氰化银

【英文名】 silver cyanide

【结构式】 AgCN

【分子量】 133.88

【物化性质】 白色或淡灰色粉末，无臭，无味，相对密度 3.95，熔点 320℃。溶于氨水、硫代硫酸钠溶液、热硝酸、碱金属氰化物，不溶于水，在干空气中稳定，加热到 320℃以上分解，曝光后变暗色，剧毒。

【质量标准】 企业标准（安徽曙光化工集团）

指标名称		指标/%
氰化银(AgCN)含量	≥	99.5
铜(Cu)	≤	0.001
铁(Fe)	≤	0.001
铅(Pb)	≤	0.001
锌(Zn)	≤	0.001
镍(Ni)	≤	0.001
氯(Cl^-)	≤	0.01
SO_4^{2-}	≤	0.01
NO_3^-	≤	0.0005
酸溶解物	≤	0.05
氰化钾不溶物	≤	0.005

【用途】 医药，镀银，防护涂料用于压热器的衬里，电接触、飞机发动机轴承的电镀。

【制法】

（1）金属银法 将金属银先溶于硝酸，然后用水稀释，在不断搅拌下加入氰化钠，直到沉淀完全（在整个反应过程中使溶液保持弱酸性），再将沉淀物经分离、洗涤、干燥得氰化银。其反应式如下：

$Ag + 2HNO_3 \longrightarrow AgNO_3 + H_2O + NO_2\uparrow$

$AgNO_3 + NaCN \longrightarrow AgCN + NaNO_3$

（2）复分解法 在冷的硝酸银饱和溶液中，加浓的氰化钾溶液和氢氰酸经复分解反应得氰化银沉淀物，再经分离，洗涤、干燥得氰化银成品。其反应式如下：

$AgNO_3 + KCN \longrightarrow AgCN + KNO_3$

【安全性】

毒性及防护：参见氰化钾。

包装方法：用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装。包装上应有明显的"剧毒品"标志。500g/1000g 瓶装。

贮存运输：属无机毒害品，危规编号：GB 6.1 类 61001。剧毒 GA 58—93 A1011。GB 12268—2012，UN No.1684。CAS 号：506-64-9。贮存在通风、干燥的库房中，宜专库专贮。容器必须密闭，不可与酸类、氯酸钾（钠）及食用物品共贮混运。仓贮管理应按公安部门规定办理。

【生产单位】 安徽曙光化工集团公司，常州化工研究所有限公司，北京化工厂，南京化学试剂有限公司。

Ag007 氰化亚金钾

【别名】 氰亚金酸钾；金氰化钾；二氰合金酸钾

【英文名】 potassium aurocyanide；potassium dicyanoaurate；potassium gold cyanide；goldpotassium cyanide

【结构式】 $K[Au(CN)_2]$

【分子量】 288.10

【物化性质】 白色结晶性粉末。相对密度

3.45。溶于水，微溶于醇，不溶于醚。易受潮。剧毒！

【质量标准】

1. 电子行业标准《电镀用氰化亚金钾规范》SJ 20846—2002

指标名称	指标
金质量分数(以 Au 计)/% ≥	68.3

2. 有色金属行业标准《电镀用氰化亚金钾》YS/T 592—2006。

元素名称	Ag	Fe	Co	Pb	Ni	Cu	Zn	Cr	杂质元素总量
元素质量分数/% ≤	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.01

【用途】 主要用于电镀，以及分析试剂、制药工业等。

【制法】

(1) 氰化钾法　纯金溶于王水，在温度不超过 100℃ 条件下煮沸浓缩除去 NO_2，得到 $AuCl_3$ 溶液，用氨水中和，加入 KCN 饱和溶液，冷却结晶。

(2) 电解法　以高纯金为阳极，在纯氰化钾溶液中直接溶解转变为氰化亚金钾。

【安全性】

毒性及防护：可使人发生变态反应性皮炎及湿疹。其他参见氰化钾。

包装及贮运：用硬塑料瓶、玻璃瓶装，每瓶净重 100g。毒害品。危规编号：GB 6.1 类 61001。剧毒 GA 58—93 A1020。CAS 号：13967-50-5。贮运参见氰化钾。

【生产单位】 安徽曙光化工集团公司，常州化工研究所有限公司，无锡市贵金属电子材料厂。

Ag008 氰化银钾

【别名】 银氰化钾；氰化钾银；氰银酸钾；二氰合银酸钾

【英文名】 potassium argentocyanide；silver potassium cyanide；potassium dicyanoargentate；potassium silver cyanide

【结构式】 $K[Ag(CN)_2]$

【分子量】 199.01

【物化性质】 无色或白色立方结晶或粉末。相对密度 2.36。溶于水，微溶于醇，不溶于醚。易受潮。对光敏感，剧毒！

【质量标准】 电镀用氰化银钾企业标准

外观	无色或白色立方结晶
氰化银钾[$KAg(CN)_2$]/% ≥	99.5
氯化物/% ≤	0.01
硫酸盐/% ≤	0.01
铜(Cu)/% ≤	0.001
铁(Fe)/% ≤	0.001
铅(Pb)/% ≤	0.001
钙(Ca)/% ≤	0.002
铬(Cr)/% ≤	0.001
锌(Zn)/% ≤	0.001
镍(Ni)/% ≤	0.001

【用途】 主要用于电子产品的电镀，以及分析试剂、制药工业等。

【制法】 氰化钾法：以银和氰化钾为原料，将金属银溶于硝酸中，经过滤、浓缩、冷却结晶、过滤分离、干燥得硝酸银。再与氯化钠溶液反应得氯化银沉淀，与氰化钾溶液反应即得产品。反应式如下：

$$3Ag+4HNO_3 \longrightarrow 3AgNO_3+2H_2O+NO\uparrow$$

$$AgNO_3+NaCl \longrightarrow AgCl\downarrow+NaNO_3$$

$$AgCl+2KCN \longrightarrow KAg(CN)_2+KCl$$

【安全性】

毒性及防护：可使人发生变态反应性皮炎及湿疹。其他参见氰化钾。

包装及贮运：一般为 50～1000g 塑料瓶、棕色瓶或复合塑料袋包装；毒害品。危规编号：GB 6.1 类 61001。剧毒，GA 58—93 A1012。CAS 号：506-61-6。贮运参见氰化钾。

【生产单位】 安徽曙光化工集团公司，常州化工研究所有限公司，无锡市贵金属电子材料厂，励福实业（香港）有限公司。

Ag009 亚铁氰化钾

【别名】 黄血盐钾；三水合六氰合铁（Ⅱ）酸钾；黄血盐

【英文名】 potassium ferrocyanide; yellow prussiate of potash; potassium hexacyanoferrate

【结构式】 $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$

【分子量】 422.39

【物化性质】 柠檬黄色单斜晶系柱状结晶或粉末，有时有立方晶系的变态。相对密度1.85。溶于水，不溶于乙醇、醚、醋酸甲酯和液氨中。加热至70℃失去结晶水，100℃变为无水物。强烈灼烧时，分解而放出氮气，并生成氰化钾和碳化铁。其水溶液遇光则分解为氢氧化铁。遇卤素过氧化物则形成赤血盐钾。遇硝酸先形成赤血盐钾，继而形成含亚硝基铁氰化物 $K_2[Fe(CN)_5(NO)]$。

【质量标准】

1. 国家标准《食品添加剂 亚铁氰化钾（黄血盐钾）》GB 25581—2010

项目	指标
亚铁氰化钾[$K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$]质量分数/% ≥	99.0
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/% ≤	0.3
水不溶物质量分数/% ≤	0.02
钠(Na)质量分数/% ≤	0.2
砷(As)/(mg/kg) ≤	1
氰化物	通过检验
六氰合铁(Ⅲ)酸盐	通过检验

2. 国家标准《化学试剂三水合六氰铁(Ⅱ)酸钾（亚铁氰化钾）》GB1273—2008

项目	分析纯	化学纯
亚铁氰化钾[$K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$]质量分数/% ≥	99.5	98.5
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/% ≤	0.005	0.02
水不溶物质量分数/% ≤	0.005	0.01
硫酸盐(SO_4^{2-})质量分数/% ≤	0.005	0.01
钠(Na)质量分数/% ≤	0.02	—

【用途】 用于制造颜料、印染氧化助剂、油漆、油墨、赤血盐钾、炸药及化学试剂，也用于钢铁热处理、石印、雕刻及医药等工业。其食品添加剂级产品主要用作食盐的抗结块剂。

【制法】

（1）硫酸亚铁法 将硫酸亚铁溶液与氰化钠溶液反应得到黄血盐钠溶液，再加入氯化钾进行加热反应，经蒸发浓缩结晶、过滤分离、重结晶、干燥等制得产品。其反应式如下：

$$6NaCN + FeSO_4 + 4KCl \longrightarrow K_4Fe(CN)_6 + 4NaCl + Na_2SO_4$$

（2）氰化钠废液回收法 将回收的氰化钠废液与氯化钙、硫酸亚铁初步反应，过滤除去硫酸钙沉淀，滤液与适量纯碱反应，使脱钙完全，除去碳酸钙渣，然后与氯化钾反应转化生成亚铁氰化钾。经过滤、冷却结晶、离心分离、气流干燥，制得亚铁氰化钾成品，其反应式如下：

$$6NaCN + FeSO_4 + CaCl_2 \longrightarrow Na_4Fe(CN)_6 + CaSO_4 \downarrow + 2NaCl$$

$$Na_4Fe(CN)_6 + 4KCl \longrightarrow K_4Fe(CN)_6 + 4NaCl$$

【安全性】

毒性及防护：本产品无毒。但其生产原料氰化物及产品受热分解产生的氰化物剧毒。对在生产过程中或分解产生的氰化物的处理及防护措施，参见氰化钾。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装。每袋净重25kg、40kg或50kg。化学试剂500g瓶装。CAS号：14459-95-1。应贮存在通风、干燥的库房中。注意防潮，包装必须严密，避免日光曝晒。不可与酸类、碱类、铁盐及食用物品共贮混运。失火时，可用水和砂土扑救，不可用酸碱或泡沫灭火器。

【生产单位】 湖南和诚医药化学品有限公司，河北诚信有限责任公司，北京化工厂（化学试剂），沈阳化学试剂厂，天津市津西美华化工厂，南京化学试剂有限公司，

重庆川东化工（集团）有限公司，重庆紫光化工股份有限公司，牡丹江丰达化工有限责任公司。

Ag010 亚铁氰化钠

【别名】 黄血盐钠；黄钠

【英文名】 sodium ferrocyanide; yellow prussiate of soda

【结构式】 $Na_4Fe(CN)_6 \cdot 10H_2O$

【分子量】 484.06

【物化性质】 柠檬黄色单斜晶系棱形或针状结晶。相对密度1.458。溶于水，不溶于醇。在空气中易风化，在50～60℃的温度下，晶体会很快失去结晶水。在更高的温度下进行干燥，则成坚硬的块状无水盐。在常温的稀酸中不分解，但在煮沸的浓酸中生成游离的氢氰酸。与硝酸银作用，生成乳白色的亚铁氰化银沉淀。与硫酸亚铁作用生成白色的亚铁氰化亚铁沉淀，继而氧化生成普鲁士蓝亚铁氰化铁。在氧化剂的影响下，氧化为铁氰化钠。强烈灼烧时完全分解放出氮气，并生成氰化钠和碳化铁。

【质量标准】 国家标准《食品添加剂亚铁氰化钠》GB 29214—2012

项目	指标
外观	淡黄色粒状或粉状晶体
亚铁氰化钠[$Na_4Fe(CN)_6 \cdot 10H_2O$]含量质量分数/% ≥	99.0
氰化物	通过试验
铁氰化物	通过试验
氯化物(以Cl^-计)质量分数/% ≤	0.2
硫酸盐(以SO_4^{2-}计)质量分数/% ≤	0.07
干燥减量质量分数/% ≤	1.0
水不溶物质量分数/% ≤	0.03
砷(As)/(mg/kg) ≤	3
铅(Pb)/(mg/kg) ≤	5

【用途】 是制造蓝色颜料的原料，用于油漆、涂料和油墨。印染工业中用于制蓝色晒图纸。医药工业用于医药品生产过程中的去铁剂。亦用于钢铁渗碳、鞣革、金属表面防腐，以及制取赤血盐等。

【制法】

（1）氰化钠法　将氰化钠溶液加入到反应器中，加热至50℃，再慢慢加入硫酸亚铁溶液，在80℃下维持反应30～40min，游离氰根含量在0.01%～0.025%时反应结束。在反应完成液中加入适量氯化钙，以改善过滤操作和降低硫酸钠含量，从而提高亚铁氰化钠产品质量。其反应式如下：

$$6NaCN + FeSO_4 \longrightarrow Na_4Fe(CN)_6 + Na_2SO_4$$

（2）焦炉气副产回收法　焦炉气中含有一定量的氢氰酸气体，经水吸收后的含氰废水，先用蒸汽解吸，放出的氰化氢在填充有铁刨花的塔中用纯碱液循环吸收，经沉降除杂得亚铁氰化钠。其反应式如下：

$$6HCN + Fe + 2Na_2CO_3 \longrightarrow Na_4Fe(CN)_6 + H_2\uparrow + 2CO_2\uparrow + 2H_2O_2$$

【安全性】

毒性及防护：参见亚铁氰化钾。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋铁桶包装，每袋净重25kg、35kg、40kg和50kg。CAS号：14434-22-1。应贮存在通风、干燥的库房中。注意防潮，包装必须严密，避免日光曝晒。不可与酸类、碱类、铁盐及食用品共贮混运。失火时，可用水、砂土扑救。禁用酸碱式泡沫灭火器。

【生产单位】 河北诚信有限责任公司，重庆兰科化工有限责任公司，天津市津西美华化工厂，重庆紫光化工股份有限公司，四川化工控股（集团）有限责任公司，菏泽成功化工有限公司。

Ag011 铁氰化钾（六氰合铁酸三钾）

【别名】 赤血盐钾；赤血盐；六氰合铁（Ⅲ）酸钾

【英文名】 potassium ferricyanide; red-prussiate of potash; potassiumhexacyano-ferrate（Ⅲ）; potassium iron （Ⅲ）cyanide; red prussiate

【结构式】 $K_3Fe(CN)_6$

【分子量】 329.25

【物化性质】 深红色或红色单斜晶系柱状结晶或粉末。相对密度1.85。溶于水、丙酮，不溶于乙醇、醋酸甲酯及液氨中。经灼烧可完全分解，产生剧毒氰化钾和氰。但在常温下，固体赤血盐钾却十分稳定。其水溶液带有黄绿色荧光，受光及碱作用易分解，遇亚铁盐则生成深蓝色沉淀（滕氏蓝）。其热溶液能被酸及酸式盐分解，放出剧毒的氰化氢气体。

【质量标准】 国家标准《化学试剂六氰合铁（Ⅲ）酸钾（铁氰化钾）》GB/T 644—2011

指标	分析纯	化学纯
含量[$K_3Fe(CN)_6$]质量分数/% ≥	99.5	99.0
水不溶物质量分数/% ≤	0.005	0.01
氯化物(Cl^-)质量分数/% ≤	0.005	0.02
硫酸盐(SO_4^{2-})质量分数/% ≤	0.005	0.01
钠(Na)质量分数/% ≤	0.02	—
六氰合铁(Ⅱ)酸盐[$Fe(CN)_6$]质量分数/% ≤	0.02	0.1

【用途】 用于印刷制版，彩色电影胶片的氧化、漂白及着色，照相洗印及显影，制晒蓝图纸，制药（抗菌增效剂、PMP等），制裁剪用蓝色划线粉。也用于电镀、制革、制纸及肥料中。印染工业中用作染苯胺黑，钢铁工业中用作渗碳剂，还可用作钼矿浮选剂。

【制法】

（1）氯气氧化法 黄血盐钾热溶液在氯气作用下，于60～65℃进行氧化生成赤血盐钾。控制反应料液pH值为6～7时，停止通入氯气，再加入高锰酸钾饱和溶液，并以硫酸高铁铵检验为棕红色为止。用盐酸调节物料的酸碱度，使pH值为7～8，反应后物料经沉降、过滤、真空蒸发至溶液相对密度为1.2时，再经冷却结晶、离心分离、干燥，得赤血盐钾成品。其反应式如下：

$$2K_4Fe(CN)_6+Cl_2 \longrightarrow 2K_3Fe(CN)_6+2KCl$$

$$3K_4Fe(CN)_6+KMnO_4+2H_2O \longrightarrow 3K_3Fe(CN)_6+MnO_2+4KOH$$

（2）电解法 将黄血盐钾的饱和溶液进行电解氧化，再经结晶、分离、干燥制得赤血盐钾成品。其反应式如下：

$$2K_4Fe(CN)_6+2H_2O \longrightarrow 2K_3Fe(CN)_6+2KOH+H_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：本品无毒。但灼热分解或遇酸产生剧毒氰化物，防护措施参见氰化钾。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋或木箱包装，每袋净重25kg、50kg。化学试剂为500g瓶装。CAS号：13746-66-2。贮存于通风、干燥的库房中，包装必须严密。不可与酸类、碱类、铁盐及食用物品共贮混运。搬运人员要戴口罩、手套、穿工作服。运输过程中要防雨防潮。失火时，可用水、黄砂扑救，不可用酸碱式泡沫灭火器。

【生产单位】 湖南和诚医药化学品有限公司，重庆川东化工（集团）有限公司，南京化学试剂有限公司，沈阳化学试剂厂，温州市东升化工试剂厂，苏州亚科化学试剂股份有限公司，北京京泽旺化工有限公司，天津市大茂化学试剂厂，牡丹江丰达化工有限责任公司。

Ag012 亚硝基铁氰化钠

【别名】 硝普钠；硝普酸钠；五氰亚硝酰合铁酸钠；一亚硝基五氰络铁酸钠；亚硝酰铁氰化钠

【英文名】 sodium nitroferricyanide（Ⅲ）dihydrate; SNP; nitroprusside sodium; sodium nitroprusside

【结构式】 $Na_2[Fe(CN)_5NO]\cdot 2H_2O$

【分子量】 297.95

【物化性质】 橘红色结晶。相对密度1.72。易溶于水。不溶于醇。水溶液不稳定，分解之后溶液由褐色变成蓝色。遇酸分解出氰化氢，遇高铁盐呈淡褐色，遇亚铁盐则生成蓝色沉淀。加碱金属氢氧化物（如氢氧化钾）时沉淀出氢氧化铁，生成黄血盐和硝酸钠。

【质量标准】 参考指标

指标名称	分析纯	化学纯
$Na_2[Fe(CN)_5NO]\cdot 2H_2O$ 含量/% ≥	99.0	99.0
水不溶物/% ≤	0.005	0.01
氯化物(Cl^-)/% ≤	0.005	0.01
硫酸盐(SO_4^{2-})/% ≤	0.005	0.01

【用途】 主要用作化学试剂，用于检定醛酮类、锌、二氧化硫和碱金属硫化物，色层分析，尿液检验。用于高血压急症和在外科手术时产生控制性低血压，也用于急性心脏衰竭。

【制法】 由三水合亚铁氰化钾与亚硝酸钠和硫酸反应后，再分别加硫酸铜和碳酸氢钠而得。

【安全性】

毒性及防护：本品遇酸分解出剧毒的氰化氢，防护措施参见氰化钾。

包装及贮运：化学试剂包装为5g、25g、100g、500g等瓶装。CAS号：13755-38-9。贮存在通风、干燥的库房中。包装必须严密，注意防潮，避免日光曝晒。不能与酸及食用化工原料共贮混运。搬运人员要戴口罩、手套和穿工作服。失火时，可用水或砂土扑救，禁用酸碱式泡沫灭火器。

【生产单位】 成都化夏化学试剂有限公司，天津市光复精细化工研究所，北京化工厂（化学试剂），天津市科密欧化学试剂有限公司，成都麦卡希化工有限公司。

Ag013 氰酸钠

【英文名】 sodium cyanate

【结构式】 NaOCN

【分子量】 65.01

【物化性质】 白色或灰白色结晶粉末。相对密度1.937，熔点550℃。易溶于水，微溶于液氯及苯、乙醇、乙醚等有机溶剂。在干燥状态下极稳定，加热到500℃以上才开始分解，但在热水中易水解，生成尿素、碳酸钠及碳酸铵，与酸作用时生成异氰酸。在镍和铁催化剂存在下，在真空中于700℃分解为氰化钠、碳酸钠、二氧化碳和氮气。对人、畜、鱼类毒性较小。

【质量标准】 参考标准 Q/CDH 25—2014

项目	指标			
	高纯	特级	优级	一级
氰酸钠(NaOCN)/% ≥	98.0	96.0	92.0	90.0
碳酸钠(Na_2CO_3)/% ≤	0.5	2.0	5.0	8.0
水不溶物/% ≤	0.01	0.05	0.2	0.5
干燥减量/% ≤	0.2	0.2	0.2	0.5
细度(100目筛通过率)/% ≥	85	85	85	85

【用途】 用作有机合成（氨甲丙二酯）原料、制药原料和除草剂等。也用于钢铁的热处理。

【制法】 尿素法：将尿素与碳酸钠按尿素∶碳酸钠=2.47∶1（摩尔比）的配比，加入粉碎混合机中，经5～10min搅拌混合后，放入存料桶。在搅拌下将混合物加入预先加热至微红的铸铁圆筒式反应器中，外用焦炭鼓风炉直接火加热，使反应生成氰酸钠。反应产生的氨气和二氧化碳经水吸收塔排空，反应物在550～600℃下搅拌15min，使全部熔融，立即倾入铁盘中迅速冷却，使固化为8～10mm的薄片块状，再经粉碎，制得成品。其反应式如下：

$$2(NH_2)_2CO+Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaOCN+2NH_3\uparrow+H_2O+CO_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：本品对人、畜、鱼类毒性较小，不产生典型的氰化物毒性作用。慢性中毒为破坏了氧化磷酸化作用，有血红蛋

白含量及红细胞数增加的现象。防护措施可参见氰化钾。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋或铁桶包装，每袋净重 25kg。属无机有毒品。化学试剂 100g/500g 瓶装。CAS 号：917-61-3。本品易受潮，应密闭贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，应与酸隔离以免发生反应。搬运时应穿工作服，戴口罩、手套。失火时，可用砂土扑救，禁止使用酸碱灭火剂。

【生产单位】 重庆川东化工（集团）有限公司，江苏靖江市恒政增稠材料厂，靖江市凡友精细化工厂，台州市黄岩协和化工有限公司（原浙江黄岩协和化工厂），百顺（北京）化学科技有限公司，湖北得力新材料有限公司，成都化夏化学试剂有限公司。

Ag014 硫氰酸铵

【别名】 硫氰化铵

【英文名】 ammonium thiocyanate

【结构式】 NH_4SCN

【分子量】 76.12

【物化性质】 无色单斜晶系片状或柱状结晶，有光泽。相对密度 1.306，熔点 149.6℃。易溶于水、乙醇、液氨、丙酮、吡啶和液体二氧化硫中。溶于水时呈吸热反应。遇铁盐生成血红色的硫氰化铁，与亚铁盐不反应。在日光作用下溶液呈红色。加热至 140℃ 左右时形成硫脲，170℃时分解为氨、二硫化碳和硫化氢。易潮解，应密封贮存。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2154—2012

项目		指标		
		优等品	一等品	合格品
硫氰酸铵(NH_4SCN)质量分数/%	≥	99.0	98.0	97.0
干燥减量质量分数/%	≤	2.0		
溶液(100g/L)外观		清澈，除微小絮状物外不含不溶物质	—	—
pH 值(50g/L 溶液)		4.5～6.0	4.5～6.0	—
卤化物(以 Cl^- 计)质量分数/%	≤	0.06	0.06	0.13
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/%	≤	0.02	0.07	0.15
灼烧残渣质量分数/%	≤	0.10	0.15	0.20
重金属(以 Pb 计)质量分数/%	≤	0.0015	0.0020	—
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.0005	0.0080	0.020
硫化物(以 S^{2-} 计)质量分数/%	≤	0.0050	—	—

【用途】 是制造双氧水的辅助原料。用作染料、有机合成的聚合催化剂。用于农药、抗生素的分离、分析试剂等。也是制造氰化物、亚铁氰化物和硫脲的原料。还用于涂锌、印染扩散剂、电镀添加剂。

【制法】

（1）二硫化碳法　将二硫化碳和稍过量的液氨同水混合，在压力 5.88×10^5 Pa、温度 100℃下，反应约 20h，生成硫氰酸铵。反应液经减压蒸发脱除硫化氢，在液温 105℃时，用硫化铵除去铁及重金属，过滤，将滤液减压浓缩后在结晶器内冷却结晶，再经离心分离、干燥，制得硫氰酸铵。其反应式如下：

$$CS_2+3NH_3 \longrightarrow NH_4SCN+NH_4HS$$

$$NH_4HS \longrightarrow NH_3\uparrow+H_2S\uparrow$$

（2）硫黄法　将适量水和硫黄粉在反应器中搅拌成浆状，固体氰化钠分次缓慢加入，在温度 110℃左右进行反应生成硫

氰化钠，然后再加入固体氯化铵，反应生成硫氰酸铵，在反应液中再加入硫氰酸钡，除杂澄清，上层清液经减压蒸发、浓缩析出氯化钠，再经过滤、冷却结晶、分离和干燥，制得硫氰酸铵。其反应式如下：

$$NaCN + S \longrightarrow NaSCN$$

$$NaSCN + NH_4Cl \longrightarrow NaCl + NH_4SCN$$

【安全性】

毒性及防护：参见硫氰酸钠。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的麻袋或编织袋包装，每袋净重 50kg。CAS 号：1762-95-4。用内衬塑料袋的木桶包装，每桶净重 30kg、45kg。贮存于通风、干燥的库房中。本品易潮解，应防潮、防水，密封贮存。运输时应防雨淋和日晒。失火时，可用水及砂土扑救。

【生产单位】 宜兴市燎原化工有限公司，河南天之水化工有限公司，重庆川东化工（集团）有限公司，温州市化学用料厂，重庆紫光化工股份有限公司，北京环宇世纪化学科技有限公司，天津市科密欧化学试剂有限公司，牡丹江丰达化工有限责任公司。

Ag015 硫氰酸钙

【别名】 硫氰化钙

【英文名】 calcium thiocyanate; calcium rhodanide; calcium sulfocyanate

【结构式】 $C_2CaN_2S_2$

【分子量】 156.24

【物化性质】 白色或微带黄色吸湿性结晶或粉末，溶于水、醇、丙酮。加热到 160℃以上分解。

【质量标准】 企业标准（宜兴市燎原化工有限公司）

指标名称	指标	
硫氰酸钙含量/% ≥	96[固体 $Ca(SCN)_2 \cdot 4H_2O$]	50(50%溶液)
铁/% ≤	0.0005	0.0005
水不溶物/% ≤	0.005	0.003
氯化物/% ≤	0.05	0.03
硫酸盐/% ≤	0.03	0.03
重金属/% ≤	0.005	0.002

【用途】 用于农药、医药、电镀、纺织、建筑等行业纤维素和聚丙烯酸酯的溶剂，造纸、织物的增泡剂，提取大豆蛋白质，处理醋酸纤维，改进纤维的结构，织物硬化剂，也可用于丙烯腈聚合物，建筑上用作水泥添加剂。

【制法】 复分解法：将硫氰酸铵溶液与氢氧化钙溶液进行复分解反应，生成三水的硫氰酸钙，在氨液中经结晶分离得硫氰酸钙成品。其反应式如下：

$$2NH_4SCN + Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca(SCN)_2 + 2H_2O + 2NH_3\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：慢性中毒时出现甲状腺损伤。内服后会发生类似精神分裂症，伴有定向力障碍、幻觉及急性胃炎。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的干燥塑料桶或胶合板桶包装。每桶净重 25kg、40kg。属无机有毒品。危规编号，GB 6.1 类 61501。CAS 号：2092-16-2。本品在空气中易潮解，贮存于阴凉、干燥处。应注意防潮、勿压，防止开盖与破桶。不可与酸和食用物品共贮混运。运输时要防雨淋和日光曝晒。失火时，用水、砂土灭火。

【生产单位】 宜兴市燎原化工有限公司，天津市科密欧化学试剂有限公司，沈阳化学试剂厂，成都西亚试剂公司，天津市光复精细化工研究所。

Ag016 硫氰酸亚铜

【别名】 硫氰化亚铜

【英文名】 cuprous thiocyanate

【结构式】 CuSCN

【分子量】 121.62

【物化性质】 白色或灰白色粉末。相对密度2.846，熔点1084℃。几乎不溶于水，难溶于稀盐酸、乙醇、丙酮，能溶于氨水及乙醚，易溶于浓的碱金属硫氰酸盐溶液中，可形成络合物。溶于浓硫酸即分解。在空气中加热至140℃以上可发火燃烧。干燥的硫氰酸亚铜在冷却时能吸收氨而成含氨硫氰酸亚铜（$2CuSCN \cdot 5NH_3$）的加成物，加热后放出氨。

【质量标准】 参考指标

指标名称		指标
硫氰酸亚铜含量/%	≥	99
水分/%	≤	0.3
硫酸盐/%	≤	0.07
总铜/%	≤	51.73

【用途】 是一种优良的无机颜料，用作船底防污涂料，其稳定性比氧化亚铜更好。与有机锡化合物混配是有效的防污剂。具有杀菌（防霉）与杀虫活性，用于果树防护。用作聚氯乙烯塑料的阻燃与消烟剂，加入量为树脂量的0.01%～10%，与硫酸镍或钼酸蜜胺盐合用作消烟剂，与卤化不饱和聚酯树脂合用作阻燃消烟剂。用作润滑油、脂的添加剂，非银盐系感光材料，有机合成催化剂或聚合反应调节剂，镀铜之药剂，海水电池的电极材料，以及聚硫橡胶的稳定剂，玻璃纤维染色的载体及牙齿磨料等。

【制法】 亚硫酸盐还原法：将硫酸铜用亚硫酸钠在碱性条件下还原，然后与硫氰酸钠反应生成白色沉淀，经过滤、水洗及干燥即得硫氰酸亚铜。其反应式如下：

$$2CuSO_4 + Na_2SO_3 + 2NaOH + 2NaSCN \longrightarrow 2CuSCN + 3Na_2SO_4 + H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见硫氰酸钠。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的干燥塑料桶或胶合板桶包装，每桶净重25kg、40kg。化学试剂100g、500g瓶装。CAS号：1111-67-7。应贮存于通风、干燥处，注意防潮，勿压，防止开盖与破桶。包装必须密封，不可与酸和食用物品共贮混运。运输时要防雨淋和日晒。失火时，可用水和砂土扑救。

【生产单位】 宜兴市燎原化工有限公司，成都西亚试剂公司，成都艾科达化学试剂有限公司，北京偶合科技有限公司，北京环宇世纪化学科技有限公司。

Ag017 硫氰酸钾

【别名】 硫氰化钾；玫棕酸钾；硫代氰酸钾

【英文名】 potassium thiocyanate; potassium rhodanide

【结构式】 KSCN

【分子量】 97.18

【物化性质】 无色单斜晶系结晶。相对密度1.886。熔点172.3℃。易溶于水，并因大量吸热而降温。也溶于酒精和丙酮。在低温下可得半水物结晶（$KSCN \cdot 0.5H_2O$），−29.5～6.8℃时稳定，灼热至约430℃时变蓝，但冷后又重新变为无色。加热至500℃分解。遇铁盐生成血红色的硫氰化铁，遇亚铁盐则无反应。

【质量标准】 国家标准《化学试剂硫氰酸钾》GB/T 648—2011

名称	优级纯	分析纯	化学纯
KSCN含量质量分数/%	≥99.0	≥98.5	≥98.0
pH值(50g/L,25℃)	5.3～8.5	5.3～8.5	5.3～8.5
澄清度试验/号	≤2	≤3	≤5
水不溶物质量分数/%	≤0.003	≤0.005	≤0.01
氯化物(Cl^-)质量分数/%	≤0.003	≤0.005	≤0.01
硫化物(S^{2-})质量分数/%	≤0.001	≤0.001	≤0.005

续表

名称	优级纯	分析纯	化学纯
硫酸盐(SO_4^{2-})质量分数/%	≤0.002	≤0.005	≤0.02
铵盐(NH_4^+)质量分数/%	≤0.001	≤0.002	≤0.005
钠(Na)质量分数/%	≤0.01	≤0.02	—
铁(Fe)质量分数/%	≤0.00005	≤0.0001	≤0.0002
铜(Cu)质量分数/%	≤0.0002	≤0.0005	—
铅(Pb)质量分数/%	≤0.0002	≤0.0005	≤0.001
还原碘的物质(以I计)质量分数/%	≤0.02	≤0.025	≤0.06

【用途】 用于电镀行业作退镀剂，也可用于制冷剂。还用于染料工业、照相业、农药、钢铁分析和化学试剂等。

【制法】 硫氰酸铵转化法：将二硫化碳与氨水进行加压合成反应，生成硫氰酸铵及副产硫氢化铵，再经脱硫蒸发使硫氢化铵分解成硫化氢除去，在液温105℃时开始缓慢加入碳酸钾溶液，即生成硫氰酸钾。反应过程中会产生大量二氧化碳及氨气。氨可回收使用，反应溶液经过滤，除去不溶物后进行减压蒸发，再经冷却、结晶、离心分离，制得工业硫氰酸钾。其反应式如下：

$$CS_2+3NH_3 \longrightarrow NH_4SCN+NH_4HS$$

$$NH_4HS \longrightarrow NH_3\uparrow+H_2S\uparrow$$

$$2NH_4SCN+K_2CO_3 \longrightarrow 2KSCN+(NH_4)_2CO_3$$

$$(NH_4)_2CO_3 \longrightarrow 2NH_3\uparrow+CO_2\uparrow+H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见硫氰酸钠。

包装及贮运：用内衬塑料袋的干燥塑料桶或胶合板桶包装，每桶净重25kg、40kg。化学试剂500g瓶装。CAS号：333-20-0。本品在空气中易潮解，应贮存于阴凉、干燥处。应注意防潮，勿压，防止开盖与破桶。不可与酸和食用物品共贮混运。运输时要防雨淋和日光曝晒。

【生产单位】 宜兴市燎原化工有限公司，河南天之水化工有限公司，天津市百世化工有限公司，上海昊化化工有限公司，北京环宇世纪化学科技有限公司，温州市化学用料厂，牡丹江丰达化工有限责任公司。

Ag018 硫氰酸钠

【别名】 硫氰化钠

【英文名】 sodium sulfocyanate; sodium thiocyanate; haimased; natriumrhodanid

【结构式】 NaSCN

【分子量】 81.07

【物化性质】 白色斜方晶系结晶或粉末。相对密度1.735，熔点287℃。易溶于水、乙醇、丙酮等溶剂。水溶液呈中性，与铁盐生成血红色的硫氰化铁，与亚铁盐不反应，与浓硫酸生成黄色的硫酸氢钠，与钴盐作用生成深蓝色的硫氰化钴，与银盐或铜盐作用生成白色的硫氰化银沉淀或黑色的硫氰化铜沉淀。在空气中易潮解。

【质量标准】

1. 国家标准《化学试剂硫氰酸钠》GB/T 1268—1998

名称	优级纯	分析纯	化学纯
NaSCN含量/%	≥99.0	≥98.5	≥98.0
碳酸盐(以Na_2CO_3计)/%	≤0.2		
澄清度试验	合格	合格	合格
水不溶物/%	≤0.002	≤0.005	≤0.01
氯化物(Cl^-)/%	≤0.005	≤0.01	≤0.02
硫化物(S^{2-})/%	≤0.001		
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤0.005	≤0.01	≤0.025
铵(NH_4^+)/%	≤0.001	≤0.005	≤0.02
铁(Fe)/%	≤0.0001	≤0.0003	≤0.0006
重金属(以Pb计)/%	≤0.0002	≤0.0005	≤0.001
还原碘的物质(以I计)/%	≤0.05	≤0.1	≤0.2

2. 化工行业标准《工业硫氰酸钠》 | HG/T 3812—2006

项目	指标			
	晶体			液体
	优等品	一等品	合格品	
硫氰酸钠(NaSCN)质量分数/% ≥	99.0(干基)	97.0(干基)	96.0(干基)	51.0
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.0002	0.0003	0.0004	0.0001
水不溶物质量分数/% ≤	0.005			0.001
铵盐(以 NH_4^+ 计)质量分数/% ≤	0.02			0.03
105℃时的挥发物质量分数/% ≤	0.5	1.0	2.0	—
卤化物(以 Cl^- 计)质量分数/% ≤	0.02	0.03	0.04	0.01
硫化物(以 S^{2-} 计)质量分数/% ≤	0.001			
重金属(以 Pb 计)质量分数/% ≤	0.002			
pH 值(50g/L 溶液)	6~8			
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/% ≤	0.02	0.03	0.04	0.01

【用途】 用作聚丙烯腈纤维抽丝溶剂、化学分析试剂、彩色电影胶片冲洗剂、某些植物脱叶剂，以及机场道路除莠剂。还用于制药、印染、橡胶处理、黑色镀镍及制造人造芥子油。

【制法】

(1) 合成法 将氰化钠与硫黄反应生成硫氰酸钠，经除杂、活性炭脱色、过滤，滤液再经蒸发、过滤、结晶、分离，制得硫氰酸钠。其反应式如下：

$$NaCN + S \longrightarrow NaSCN$$

(2) 砷碱副产法 以砷碱液脱除焦炉气中的硫化氢时，生成硫氰化钠和氰化钠，通过再生塔转化成硫代硫酸钠和硫氰酸钠。上述砷碱液脱硫废液用硫酸处理，控制 pH 值至 4.5，使硫化砷析出，用纯碱中和，此时原料液中硫氰酸钠含量为 130～160g/L，硫代硫酸钠 250～300g/L，经真空蒸发，在 15～16℃下结晶，分离除硫酸钠和硫代硫酸钠，粗品加水溶解，加入硫酸在 90～100℃保温 2h，使硫代硫酸钠转变为硫酸钠，过滤除去，滤液经加碱除铁，加氢氧化钡除残存的硫酸钠，上层净化后的滤液再经真空蒸发、离心分离，即得纯度在 98%以上、含氧化亚铁 (FeO) 量 0.0005%以下的硫氰酸钠成品。其反应如下：

$$3Na_2S_2O_3 + H_2SO_4 \longrightarrow 3Na_2SO_4 + 4S + H_2O$$

$$Fe^{3+} + 3OH^- \longrightarrow Fe(OH)_3 \downarrow$$

$$Na_2SO_4 + Ba(OH)_2 \longrightarrow BaSO_4 \downarrow + 2NaOH$$

【安全性】

毒性及防护：与氰化物的作用很不相同。无剧毒。慢性中毒时出现甲状腺损伤。人内服 30g 后，经 4～8h 发生类似精神分裂症的急性精神病。伴有定向力障碍、幻觉及急性胃炎。硫氰酸钠工业品最高容许浓度为 50mg/m³。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的干燥塑料桶或胶合板桶包装，每桶净重 25kg、50kg、500kg 等。化学试剂 500g 瓶装。CAS 号：540-72-7。本品在空气中易潮解，贮存于阴凉、干燥处。应注意防潮，勿压，防止开盖与破桶。不可与酸和食用物品共贮混运，运输时要防雨淋和日光曝晒。

【生产单位】 安徽曙光化工集团公司，河北诚信有限责任公司，宜兴市燎原化工有限公司，河南天之水化工有限公司，北京环宇世纪化学科技有限公司，天津市科密欧化学试剂有限公司，北京偶合科技有限公司，牡丹江丰达化工有限责任公司。

Ag019 氰酸钾

【英文名】 potassium cyanate；cyanate de potassium；cyanic acid，potassium salt（1：1）

【结构式】 KCNO

【分子量】 81.11

【物化性质】 白色结晶。密度 2.056，熔点 315℃，分解温度 700～900℃。可溶于水，微溶于苯、乙醇、乙醚等有机溶剂。在水中水解生成尿素和碳酸钾。

【质量标准】 参考指标

指标名称		指标
氰酸钾(KCNO)质量分数/%	≥	97

【用途】 用作除草剂、有机合成原料。也可用于医药中间体制造、金属热处理等。

【制法】 尿素氢氧化钾法：在反应器中将尿素与氢氧化钾按一定比例充分混合，加热至 300～500℃搅拌 15min，反应生成氰酸钾溶液，然后冷却、固化，经粉碎得到产品。

$$KOH + CO(NH_2)_2 \longrightarrow KOCN + NH_3\uparrow + H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：给狗腹腔注射 400mg/kg，出现呕吐、流泪、流涎、呼吸加快、震颤、抽搐等，甚至死亡。受高热或与酸接触会产生剧毒的氰化物气体。密闭操作，局部排风。穿戴防护用品，提供安全淋浴和洗眼设备。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋或铁桶包装，每袋净重 25kg。属无机有毒品。危规编号：83001。CAS 号：590-28-3。本品易受潮，应密闭贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，应与酸隔离以免发生反应。搬运时应穿工作服，戴口罩、手套。失火时，可用砂土扑救，禁止使用酸碱灭火剂。

【生产单位】 湖北得力新材料有限公司，靖江市恒政增稠材料厂，靖江市凡友精细化工厂，上海海曲化工有限公司，北京偶合科技有限公司，苏州亚科化学试剂股份有限公司，北京京泽旺化工有限公司。

Ag020 氰氨化钙

【别名】 石灰氮；碳氮化钙；氰氨基化钙；氨腈钙；氰氨基钙；氰氮化钙；氰胺钙；氨基氰化钙；碳酰亚氨钙

【英文名】 calcium cyanamide；nitrolime；calcium carbimide

【结构式】 $CaCN_2$

【分子量】 80.11

【物化性质】 纯品是无色六方晶体。工业品因含有碳（石墨）等杂质而呈深灰色粉末或颗粒。有电石或氨的气味。相对密度 2.29，表观密度 1.0～1.2g/m³，熔点 1300℃。在>1150℃时开始升华。不溶于水，有吸湿性，遇水分解为氨气，不宜久存。对人体有毒。

【质量标准】 化工行业标准 HG 2427—1993

指标		优等品	一等品	合格品
总氮(N)含量/%	≥	20.0	19.0	17.0
电石(CaC_2)含量/%	≤	0.2	0.5	1.0
筛余物(850μm 筛)/%	≤	3		

【用途】 一种碱性肥料，也是高效低毒多菌灵农药的主要原料之一，可用作除草剂、杀菌剂、杀虫剂（防止血吸虫病的蔓延，预防根腐病、锈病、白霉病，可杀死钉螺、蚂蟥等）。还可用作棉花落叶剂和起改良土壤的作用。是有机合成工业及塑料工业的基本原料，可用于生产双氰胺、三聚氰胺和氰熔体等。

【制法】 氮化法：将电石破碎后均匀配入萤石及回炉石灰，经球磨机磨成电石粉末，再进入氮化炉，在 1000℃高温下与氮气反应，经 42～48h 后生成石灰氮，熔块取出经粉碎及管磨机细碎，制得氰氨化钙成品。其反应式如下：

$$CaC_2 + N_2 \longrightarrow CaCN_2 + C$$

【安全性】

毒性及防护：有全身毒性作用，特别是对

血管运动中枢、呼吸中枢及血液的作用，发生植物神经衰弱综合征，同时有内分泌器官和基础代谢的功能障碍。急性中毒后可能有器质性的神经疾患，肢体无力及随后的多发性神经炎。对人致死量为40～50g。慢性中毒往往发生类喘息性支气管炎及支气管喘息，慢性胃炎及肝炎、血压降低、心肌营养不良、性机能障碍、甲状腺及肾上腺机能障碍，皮肤会干燥、搔痒、皮炎。落入眼内会引起化脓性结膜炎、角膜溃疡及浑浊等。紧急治疗时保持安静。眼黏膜损伤时，用水或生理盐水仔细冲洗，然后将1%奴佛卡因溶液滴入眼内；急性皮炎时，可给用铅水制的湿绷带，布紧敷液；轻度烧伤时，用1%～2%龙胆紫、亚甲蓝或亮绿的酒精溶液涂于损伤部位，轻伤可用碘酊、呋喃西林及杀菌胶布。工作人员工作时应穿戴用致密布做的工作服，戴手套、防护眼镜、口罩。用无刺激性的脂肪软膏先涂敷手的皮肤。严格遵守个人卫生措施。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋或纸袋包装，每袋净重25kg、100kg等。化学试剂25g/瓶、500g/瓶等。包装上标明“有毒品”字样。属无机有毒品。危规编号：GB 43507。GB 12268—2012，UN No.1403。CAS号：156-62-7。应贮存在阴凉、通风良好、干燥的库房中。注意防潮，勿靠墙堆放。装卸时应轻拿轻放，防止包装破损。搬运时应穿工作服，戴口罩、手套。运输过程中应有防雨防水设备。失火时，可用砂土和干粉灭火器扑救，但不可用水浇救。

【生产单位】 宁夏兴平精细化工股份有限公司，宁夏嘉峰化工有限公司，浙江巨化电石有限公司，成都化夏化学试剂有限公司，上海紫一试剂厂，武汉兴众诚科技有限公司。

Ah 氟化物

氟化合物是无机盐工业中重要的系列产品，主要用于化工、冶金、电子、机械、轻工、建材、纺织、国防等工业部门，在国民经济中占有一定地位。2011 年之后，中国已经成为世界上最大的无机氟化物生产国。

氟化合物生产的基本原料是萤石（CaF_2）。我国拥有丰富的萤石矿资源，总储量达 1.3 亿多吨，居世界前列。目前我国萤石的主要产地是湖南、内蒙古、浙江、江西、福建等省，总产量已达 500 万吨以上，其中主要用于国内含氟化合物的生产，部分供出口。我国萤石品位高，在国际市场上颇有竞争力。

工业加工萤石矿，一般是用硫酸分解萤石粉制得气体氟化氢或酸解后用水吸收制得氢氟酸，再以此为原料制得一系列氟化合物产品。天然冰晶石及一些生产过程中所得含氟副产物也是氟化合物生产的重要原料，如磷酸或过磷酸钙生产中的含氟废气便是氟硅酸钠生产的主要原料。我国虽然拥有丰富的天然资源，经过长期开采，资源已经出现品质下降的现象。在无机氟化物的发展过程中，随着国内需求量的不断增长，生产工艺和设备不断升级，氟产品的单耗降低和质量提升，使其在国际市场上的竞争力不断提高。另外，含氟化合物产品一般多为剧毒或有毒产品，也在一定程度上限制了它的发展。近年来，随着电子、轻工、化工等相关工业的迅速发展，一些主要氟产品（如氢氟酸、无水氢氟酸等）产量有了大幅度的增长，并相继开发了一些高纯产品及电子材料用产品，技术装备有所改善，整体工业得到改观。目前我国生产的氟化合物有四十多个品种，无水氢氟酸达到百万吨级规模，无水氟化铝、人造冰晶石到达数十万吨，除氟化氢铵、氟化钠以及氟硅酸钠达数万吨级外，其余产品的产量多数在万吨至百吨级。

根据我国的实际情况，结合当今国外氟化合物的发展趋向，充分发挥我国的资源优势，高效、合理利用资源，关注环保，发展主体产品，差异化产品结构，开发高纯、精细、专用产品，研制开发各种新型无机氟材料和复合材料，是氟化合物工业振兴的发展方向。

Ah001 氟气

【英文名】 fluorine gas

【结构式】 F_2

【分子量】 37.996

【物化性质】 黄绿色气体，有刺鼻恶臭。相对密度 1.695（15℃），熔点－219.62℃，沸点－188.14℃。折射率 1.000195，临界温度－129℃，临界压力 5.57MPa。氟是最活泼的非金属元素，几乎可与所有的元素直接化合。氟气是已知的最强的氧化剂。除具有最高价态的金属氟化物和少数纯的全氟有机化合物外，几乎所有有机物和无机物均可以与氟反应。氟与水反应生成臭氧和氟化氢及氧、双氧水等。在暗处就能与氢直接化合。在室温下能与大多数可氧化物质或有机物强烈反应而燃烧，与硝酸反应能生成爆炸性的硝酸氟气体。腐蚀性强，剧毒！

【质量标准】

1. 高纯氟气产品量标准

项目		标准
氟气纯度(体积分数)/%	≥	99.0
四氟化碳(CF_4)(体积分数)/%	≤	0.05
空气(O_2+N_2)(体积分数)/%	≤	0.045
氟化氢(HF)(体积分数)/%	≤	0.5

2. 参考标准

指标名称		指标
氟气(F_2)体积分数/%	>	98
氟化氢(HF)体积分数/%	<	0.5

【用途】 用于制取各种金属和非金属元素的氟化物，含氟塑料、含氟橡胶等高分子化合物，也可以用于分离铀同位素、金属的焊接和切割、电镀、玻璃加工以及用于药物、农药、杀鼠剂、冷冻剂、等离子蚀刻等；在氟氧吹管及火箭燃料中用作氧化剂等。

【制法】

① 电解液态无水氟化氢（沸点 20℃）和氟氢化钾的混合物，KHF_2 与 HF 的物质的量之比为 3∶2，阳极出氟，阴极出氢。

$$2HF \xlongequal{} H_2\uparrow + F_2\uparrow$$

条件：KHF_2、冷却。容器：萤石制的 U 形管，外加氯乙烷冷却。

② 电解熔融 KF·2HF 混合物。

③ 从含氟矿石中制得。

【安全性】

产品毒性：人吸入最低中毒剂量为 25×10^{-6}（5min），对眼有刺激性。最高容许浓度：0.1×10^{-6}（0.2mg/m^3）；氟是剧毒性气体，能刺激眼、皮肤、呼吸道黏膜。由于它立即与水反应生成氟化氢，所以在大多数情况下显出与氟化氢同样的毒性。当氟浓度为 $(5\sim10)\times10^{-6}$ 时，对眼、鼻、咽喉等黏膜开始有刺激作用，作用时间长时也可引起肺水肿。与皮肤接触可引起毛发的燃烧，接触部位凝固性坏死、上皮组织碳化等。慢性接触可引起骨硬化症和韧带钙化。吸入氟的患者应立即转移至无污染的安全地方安置休息，并保持温暖舒适。眼睛或皮肤受刺激时迅速用水冲洗之后就医诊治。

安全防护：工作场所要通风，保持空气新鲜干燥。要用特种钢瓶贮装。钢瓶存放时必须与其他物料隔离，特别是与能和氟反应的物料隔绝，要远离易起火地点。

着火时消防人员须在防爆掩蔽处操作，切不可将水直接喷射漏气处，否则会助长火势。灭火可用二氧化碳、干粉、砂土，废气可用水吸收。

包装运输：氟与镍、铜、铁、铝、镁作用时，在表面形成金属氟化膜，具有保护作用，因此，可用专用的钢质无缝钢瓶盛装。每瓶净重 5kg；国际上大多数国家都规定，氟气在贮运时，必须与氮气或其他惰性气体按 20%∶80%的比例混合后才能运输，并且必须有明显的危险品标志。

危规编号：GB2.3 类 23001。剧毒 GA 8-

93A10490，UN No.1045，IMDG CODE 2142 页，2.3 类。

【生产单位】 中核红华特种气体股份有限公司，黎明化工研究设计院有限责任公司，中昊光明化工研究设计院有限公司，中船 718 所，核工业理化工程研究院。

Ah002 氢氟酸

【英文名】 hydrofluoric acid

【结构式】 HF

【分子量】 20.01

【物化性质】 氢氟酸（HF）常温下为无色澄清的发烟液体，有刺激性气味，为中等强度的酸。相对密度 1.15～1.18，沸点 112.2℃（按质量分数计为 38.2%）。腐蚀性极强，对牙、骨损害较严重，能侵蚀玻璃和硅酸盐而生成气态的四氟化硅。极易挥发，置于空气中即冒白烟。易聚合，在水溶液中以 H_2F_2 或 H_3F_3 的形式存在，对金、铂、铅、蜡及聚乙烯塑料不起腐蚀作用。与金属盐、氧化物、氢氧化物作用生成氟化物。遇金属能放出氢气，遇火星易引起爆炸或燃烧。剧毒！

【质量标准】 工业氢氟酸国家标准 GB 7744—2008

项目	指标						
	Ⅰ类			Ⅱ类			
	HF-Ⅰ-40	HF-Ⅰ-55	HF-Ⅰ-70	HF-Ⅱ-30	HF-Ⅱ-40	HF-Ⅱ-50	HF-Ⅱ-55
氟化氢(HF)质量分数/% ≥	40.0	55.0	70.0	30.0	40.0	50.0	55.0
氟硅酸(H_2SiF_6)质量分数/% ≤	0.05			2.5	5.0	8.0	10.0
不挥发性酸(以 H_2SO_4 计)质量分数/% ≤	0.05	0.08	0.08	1.0	1.0	2.0	2.0
灼烧残渣质量分数/%	0.05						

【用途】 用于有机或无机氟化物的制造，如氟碳化合物、氟化钾、氟化钠、氟化铝、六氟化铀和冰晶石等。也用于不锈钢、非铁金属酸洗，玻璃仪表刻度、玻璃器皿和镜子刻花、刻字，以及玻璃器皿抛光、磨砂灯泡和一般灯泡处理、金属石墨乳除硅提纯、金属铸件除砂、石墨灰分的去除，可用以侵蚀、清洗、刻划标记硅芯片，以及制作各式各样的硅芯片，广泛用于半导体工业的上、中、下游产业的多项制作过程，半导体（锗、硅）的制造。也用作染料合成及其他有机合成的催化剂。还用于电镀、试剂、发酵、制革、合成药剂及杀菌剂、陶瓷处理以及含氟树脂和阻燃剂的制造等。

【制法】

生产方法：工业上用萤石（氟化钙 CaF_2）和浓硫酸来制造氢氟酸。加热到 250℃时，这两种物质便反应生成氟化氢。反应方程式为：

$$CaF_2 + H_2SO_4 \longrightarrow 2HF + CaSO_4$$

这个反应生成的蒸气是氟化氢、硫酸和其他几种副产品的混合物。在此之后，氟化氢可以通过精馏来提纯，用水吸收后，得到氢氟酸。

【安全性】

产品毒性：HF 对皮肤有强烈刺激性和腐蚀性。氢氟酸中的氢离子对人体组织有脱水和腐蚀作用，而氟是最活泼的非金属元素之一。皮肤与氢氟酸接触后，氟离子不断解离而渗透到深层组织，溶解细胞膜，造成表皮、真皮、皮下组织乃至肌层液化坏死。氟离子还可干扰烯醇化酶的活性使皮肤细胞摄氧能力受到

抑制。估计人摄入 1.5g 氢氟酸可致立即死亡。吸入高浓度的氢氟酸酸雾，引起支气管炎和出血性肺水肿。氢氟酸也可经皮肤吸收而引起严重中毒。皮肤损害程度与氢氟酸浓度、接触时间、接触部位及处理方法有关。浓度越高，接触时间越长，受害组织越柔软或致密，作用就越迅速而强烈。氢氟酸酸雾可引起皮肤瘙痒及皮炎。剂量大时亦可造成皮肤、胃肠道和呼吸道黏膜的灼伤。眼接触高浓度氢氟酸后，局部剧痛，并迅速形成白色假膜样浑浊，如处理不及时可引起角膜穿孔。氢氟酸灼伤合并氟中毒已引起注意，患者因低血钙出现抽搐、心电图 Q-T 间期延长、心室颤动发作。

处理：皮肤接触后立即用大量流水做长时间彻底冲洗，尽快地稀释和冲去氢氟酸。这是最有效的措施，是治疗的关键。氢氟酸灼伤后的中和方法不少，总的原则是使用一些可溶性钙、镁盐类制剂，使其与氟离子结合形成不溶性氟化钙或氟化镁，从而使氟离子灭活。现场应用石灰水浸泡或湿敷易于推广。氨水与氢氟酸作用形成具有腐蚀性的二氟化胺，故不宜作为中和剂。氢氟酸灼伤时用治疗液（5%氯化钙 20mL、2%利多卡因 20mL、地塞米松 5mg）浸泡或湿敷，以冰硫酸镁饱和液作浸泡。钙离子直流电透入，利用直流电的作用，使足够量的钙离子直接导入需要治疗的部位，提高局部用药效果。在灼伤的第 1～3 天，每天 1～2 次，每次 20～30min，重病例每次治疗时间可酌情延长。氢氟酸溅入眼内，立即分开眼睑，用大量清水连续冲洗 15min 左右，滴入 2～3 滴局部麻醉眼药，可减轻疼痛。同时送眼科诊治。

包装及贮运：用聚乙烯塑料桶或聚四氟乙烯塑料桶包装，每桶净重 20kg 或 25kg，包装上应有明显的“剧毒品”和“腐蚀性物品”标志。属一级无机酸性腐蚀物品，危规编号：GB 8.1 类 81016。UN No.1790；IMDG CODE 8184 页，8.1 类。应贮存在通风良好的库房中。库温保持 30℃以下，相对湿度 85%以下。避免日光直射，容器必须密封。不可与金属粉、氧化剂、碱、有机物、易燃物、爆炸物等共贮混运。用铁路槽车、棚车、带篷汽车或船舶运输，运输中严防受潮、受热和雨淋。应轻装、轻卸，防止撞击。

失火时，可用干砂、二氧化碳灭火器扑救。禁用柱状水施救，防止酸液飞溅。消防人员应穿戴好防护用具。

【生产单位】 浙江凯圣氟化学有限公司，浙江三美化工有限公司，山东东岳化工有限公司，淄博飞源化工有限公司，三爱富中昊新材料股份有限公司，江苏梅兰化工股份有限公司，福建海新化工有限公司，福建邵武永飞化工有限公司，江西华星氟化学有限公司。

Ah003 无水氟化氢

【别名】 无水氢氟酸

【英文名】 hydrofluoric acid，anhydrous；hydrogen fluoride，anhydrous

【结构式】 HF

【分子量】 20.01

【物化性质】 无色发烟液体或气体。相对密度 0.987（液体）、0.921（气体），熔点 83.1℃，沸点 19.54℃，临界温度 188℃，临界压力 6.48MPa。减压或高温下易气化，腐蚀性极强，能腐蚀玻璃和破坏其他含硅物质，能使皮肤严重灼伤。溶于水时激烈放热而成氢氟酸。具有很高的化学活性和很强的吸水性，其水溶液为无色发烟液体，有强烈的腐蚀性和毒性；其可以和很多种金属及其氧化物、氢氧化物或碳酸盐反应生成氟化物，也可以与有机物进行氟化反应。高介电常数，低黏度。

【质量标准】 工业无水氟化氢国家标准 GB 7746—2011

项目	指标/%			
	Ⅰ类	Ⅱ类		
		优级品	一等品	合格品
氟化氢 ≥	99.98	99.96	99.92	99.8
水分 ≤	0.005	0.02	0.04	0.06
氟硅酸 ≤	0.005	0.008	0.015	0.050
二氧化硫 ≤	0.003	0.005	0.010	0.030
不挥发酸(以 H_2SO_4 计) ≤	0.005	0.005	0.010	0.050

【用途】 主要用作有机氟化物和无机氟化物及氟气的生产原料。在化工生产中可用作烷基化、聚合、缩合、异构化等有机合成的催化剂，也可配制成各种用途的有水氢氟酸用于生产原料。还用于开采某些矿床时腐蚀地层，以及稀土元素、放射性元素的提取。在原子能工业和核武器生产中是制造六氟化铀的原料，也是生产火箭燃料和添加剂的原料，还可用于腐蚀玻璃和浸渍木材等。

【制法】

（1）硫酸法　由酸级萤石粉与硫酸在200～250℃下在回转炉中反应，经多步净化、冷冻处理制得。其反应式如下：

$$CaF_2 + H_2SO_4 \longrightarrow 2HF + CaSO_4$$

（2）氟硅酸法　由磷肥副产四氟化硅与浓硫酸反应制得。

$$H_2SiF_6 \cdot SiF_4(aq) + H_2SO_4 = 2SiF_4 + 2HF + H_2SO_4$$

$$5SiF_4 + 2H_2O = 2(H_2SiF_6 \cdot SiF_4) + SiO_2$$

【安全性】

产品毒性：有刺激性和毒性，对皮肤和眼睛有强烈腐蚀作用，能产生严重的烧伤，烧伤不马上显出，并且治疗见效较慢。人类停留在氟化氢浓度为0.40～0.43mg/L的空气中6～10min可引起中毒。空气中允许最高浓度值为1mg/m³。长期与HF接触，可引起骨质硬化症，刺激眼部而剧痛，甚至引起角膜穿孔。

防护：取用时必须在通风良好的场所或通风橱内进行。要穿戴好大小合适的耐氟手套、长筒靴、防护胶围裙及面罩。如果发生接触或疑心接触本产品时，需用大量水冲洗并立即治疗。

包装及贮运：包装容器上应有牢固清晰的标志，内容包括：生产厂名、厂址、产品名称、商标、等级、净重、批号或生产日期、本标准编号以及GB 190中的标志14“有毒品”标志和标志20“腐蚀品”标志。并应符合《气瓶安全监察规程》的规定。用钢瓶包装，每瓶净重25kg、60kg。包装在清洁、干燥的专用槽车或钢瓶中，包装容器具有气液相进出口，充装系数为0.83kg/L，钢瓶涂以灰漆和带黑字并带有安全帽和防震胶圈。

装运时，应符合《气瓶安全监察规程》和《铁路危险货物运输管理规则》的规定。无水氟化氢钢瓶应贮存在带棚的库房中，严禁曝晒，严禁与易燃、易爆物品混放。

酸性腐蚀品。危规编号：GB 8.1类81015。剧毒 GA 58—93A1042。UN No.1052；IMDG CODE 8185页，8.1类。

【生产单位】 浙江凯圣氟化学有限公司，浙江三美化工有限公司，山东东岳化工有限公司，淄博飞源化工有限公司，三爱富中昊新材料股份有限公司，江苏梅兰化工股份有限公司，福建海新化工有限公司，福建邵武永飞化工有限公司，江西华星氟化学有限公司。

Ah004 氟硅酸

【别名】 硅氟酸；六氟硅酸

【英文名】 fluosilicic acid；silicofluoric acid

【结构式】 H_2SiF_6

【分子量】 144.09

【物化性质】 水溶液为无色透明的发烟液体。相对密度约1.32，沸点108.5℃。有刺激性气味，易挥发。可溶于水，有消毒性能。氟硅酸没有无水产品，最高浓度为60.92%，组成为13.3%时最稳

定，蒸馏时不分解。60%的氟硅酸溶液在19℃左右凝固，为含有两个结晶水的结晶。其能腐蚀玻璃、陶瓷、铅及其他金属，对皮肤有强烈腐蚀，对人的呼吸器官有毒害。

【质量标准】 化工行业标准 HG 2832—2008

项目	指标		
	优等品	一等品	合格品
氟硅酸(H_2SiF_6)质量分数/% ≥	40	30	18
游离氟(F)质量分数/% ≤	1.0	—	—
铜(Cu)质量分数/% ≤	0.0002	0.0002	—
重金属(以 Pb 计)质量分数/% ≤	0.020	0.020	—
五氧化二磷(P_2O_5)质量分数/% ≤	0.1	0.1	0.15

注：无水氟化氢副产氟硅酸不控制铜含量和重金属含量

【用途】 是制取氟硅酸盐及四氟化硅、氟化铝、人造冰晶石的基本原料。用于金属电镀、木材防腐、啤酒消毒、酿造工业设备消毒（1%～2% H_2SiF_6）和铅的电解精制等。还用作媒染剂和金属表面处理剂。

【制法】

（1）硅石粉酸解法 在衬铅的酸解设备中先加入氢氟酸，然后逐渐加入硅石粉，使之反应。反应完成后，加入稻糠灰以中和游离的氢氟酸，同时起到漂白溶液的作用，过滤溶液，在滤出的清液中加入适量的黄丹粉（PbO）以除去氢氟酸中带入的硫酸根，再经过滤，制得氟硅酸成品。其反应式如下：

$$6HF+SiO_2 \longrightarrow H_2SiF_6+2H_2O$$

（2）副产回收法 以磷肥或氢氟酸生产中含氟气体为原料经吸收制得。其反应式如下：

$$3SiF_4+4H_2O \longrightarrow 2H_2SiF_6+SiO_2 \cdot 2H_2O$$

【安全性】

产品毒性及防护：本品有毒，内服1g可致死。局部作用类似于氢氟酸，但较弱。防护措施参见氟化氢。

贮运：用聚乙烯塑料桶包装，外套木箱，每桶净重20kg、25kg。包装上应有明显的“剧毒品”及“腐蚀性物品”标志。应贮存在阴凉、通风的库房中，库温不宜超过30℃，勿在日光及高温下存放。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破裂。严禁与碱类及其他易腐蚀物品混贮。属一级无机酸性腐蚀物品，危规编号：GB 8.1类81025。UN No.1778；IMDG CODE 8176页，8.1类。

【生产单位】 浙江凯圣氟化学有限公司，浙江三美化工有限公司，山东东岳化工有限公司，淄博飞源化工有限公司，三爱富中昊新材料股份有限公司，江苏梅兰化工股份有限公司，福建海新化工有限公司，福建邵武永飞化工有限公司，江西华星氟化学有限公司。

Ah005 氟化锂

【英文名】 lithium fluoride

【结构式】 LiF

【分子量】 25.94

【物化性质】 氟化锂为白色粉末，系氯化钠型晶体结构。晶体形状：立方形。相对密度2.640，熔点848℃，沸点1673℃，水溶性：0.29g/100mL（20℃）。在1100～1200℃开始挥发，其蒸气呈碱性。氟化锂微溶于水，难溶于酒精和其他有机溶剂。在常温下，氟化锂易溶于硝酸和硫酸，但不溶于盐酸，可与氢氟酸生成Li_2HF酸式盐。

【质量标准】

1.《电池级氟化锂》YS/T 661—2007

外观质量：产品为白色晶体粉末，无目视可见的夹杂物。

LiF(质量分数)/% ≥	杂质含量/% ≤											
	Na	K	Fe	Ca	Pb	Ni	Cu	SO_4^{2-}	Mg	Al	Cl^-	Si
99.95	0.003	0.003	0.002	0.003	0.0002	0.002	0.002	0.005	0.003	0.003	0.005	0.010

2.《氟化锂》GB/T 22666—2008

外观：氟化锂为白色粉末，氟化锂中不得混入外来杂物。

牌号	化学成分(质量分数)/%						
	LiF ≥	Mg ≤	SiO_2 ≤	Fe_2O_3 ≤	SO_4^{2-} ≤	Ca ≤	水分 ≤
LF-1	99.0	0.05	0.10	0.05	0.20	0.10	0.10
LF-2	98.0	0.08	0.20	0.08	0.40	0.15	0.20
LF-3	97.5	0.10	0.30	0.10	0.50	0.20	0.30

注：1. 测定值或其计数值与表中规定的极限数值作比较的方法按 GB/T 1250 中第 5.2 的规定进行。

2. 需方如对表中规定的各指标有特殊要求时，可由供需双方另行商定，并在合同中注明。

3. LiF 主含量以氟折合计算。

【用途】 氟化锂可作为助熔剂广泛用于搪玻璃、铜、铝焊接过程中和盐熔化学工艺中；也被推荐作为航天技术贮存太阳辐射热能的载热剂；还可用于铝的电解和冶金工业中。高纯氟化锂用于制氟化玻璃，也可用于制作分光计和 X 射线单色仪的棱镜，锂离子电池的原料。

【制法】 有中和法和复分解法两种方法，工业生产多采用中和法。

中和法是以碳酸锂或氢氧化锂与氢氟酸反应制备氟化锂。其反应式如下：

$$Li_2CO_3 + 2HF \longrightarrow 2LiF + CO_2 + H_2O$$

将固体碳酸锂加入氟化氢溶液中，使之反应析出 LiF 结晶，经过滤、干燥即得产品。

【安全性】

产品毒性：本品为有毒无机品。

包装及贮运：密封贮存。用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋包装，25kg/袋。贮存在阴凉、干燥、通风的库房中，防止包装破损、受潮。

毒性及防护：本品为有毒无机品。危险编号 6.1 类 61513。

【生产单位】 江西东鹏新材料有限责任公司，江西赣锋锂业股份有限公司，多氟多化工股份有限公司，南通金星氟化学有限公司，河北雄威化工股份有限公司。

Ah006 氟化钠

【英文名】 sodium fluoride

【结构式】 NaF

【分子量】 41.99

【物化性质】 无色发亮晶体或白色粉末，属四方晶系，有正六面或八面体结晶。相对密度 2.558，熔点 993℃，沸点 1695℃。微溶于醇，溶于水，水溶液呈碱性，能腐蚀玻璃；溶于氢氟酸而成氟化氢钠。有毒，无臭，有腐蚀性。

【质量标准】 《氟化钠》YS/T 517—2009

外观：氟化钠为白色粉末，目视无夹杂物。

指标名称		指标		
		一级	二级	三级
氟化钠(NaF)/%	≥	98	95	84
二氧化硅(SiO_2)/%	≤	0.5	1.0	—
碳酸钠(Na_2CO_3)/%	≤	0.37	0.74	1.49
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤	0.3	0.5	2.0
酸度(HF)/%	≤	0.1	0.1	0.1
水不溶物/%	≤	0.7	3	10
水分(H_2O)/%	≤	0.5	1.0	1.5

【用途】 主要用于机械刀片和刨刀的镶钢以增强焊接强度。其次用作木材防腐剂、

酿造业杀菌剂，农业杀虫剂（需染上蓝色）、医用防腐剂、焊接助熔剂、饮水的氟处理剂。还用于其他氟化物和酪蛋白胶、氟化钠牙膏的生产，以及黏结剂、造纸和冶金行业。在元素氟生产中，用于除去微量氟化氢。此外，还用于搪瓷和制药等工业。

【制法】

（1）中和法　在反应器中加入纯碱（用母液溶解），然后将配成的30%氢氟酸溶液用泵打入反应器中，至pH值达8～9时即停止加酸，搅拌使其反应，至pH>8～9时，再加酸至pH8～9，如无二氧化碳气泡逸出即为终点。反应料液静置1h后，经离心分离、干燥、粉碎，制得氟化钠成品。其反应式如下：

$$2HF + Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaF + H_2O + CO_2\uparrow$$

（2）熔浸法　将萤石、纯碱和石英砂在800～900℃下煅烧，然后用水浸取，过滤，把滤液再经蒸发、结晶、干燥后，制得氟化钠成品。其反应式如下：

$$CaF_2 + Na_2CO_3 + SiO_2 \longrightarrow 2NaF + CaSiO_3 + CO_2\uparrow$$

（3）氟硅酸钠法　将磷肥厂废气制得的氟硅酸钠和碳酸钠按1∶2的摩尔比混合，在约80℃反应，析出氟化钠结晶和硅胶，然后加入氢氧化钠，将硅胶变成可溶性硅酸盐（$Na_2O \cdot 2SiO_2 \sim Na_2O \cdot 3SiO_2$）溶解。再经过滤、干燥，制得氟化钠成品。其反应式如下：

$$Na_2SiF_6 + 2Na_2CO_3 + H_2O \longrightarrow 6NaF + SiO_2 \cdot H_2O + 2CO_2$$

【安全性】

产品毒性：本品有毒，LD_{50}=180mg/kg。能腐蚀皮肤、刺激黏膜，长期接触有损神经系统。

应急处理：一旦有泄漏，隔离泄漏污染区，周围设警告标志，建议应急处理人员戴好防毒面具，穿相应的工作服。不要直接接触泄漏物。

防护措施：呼吸系统防护：空气中浓度超标时，应该佩戴防毒口罩。紧急事态抢救或逃生时，建议佩戴自给式呼吸器。眼睛防护：戴化学安全防护眼镜。防护服：穿相应的防护服。手防护：戴防化学品手套。其他：工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作后，淋浴更衣。工作服不要带至非作业场所。单独存放被毒物污染的衣服，洗后备用。保持良好的卫生习惯。

急救措施：皮肤接触：脱去被污染的衣着，立即用流动清水彻底冲洗。眼睛接触：立即提起眼睑，用流动清水冲洗10min或用2%碳酸氢钠溶液冲洗。吸入：脱离现场至空气新鲜处。必要时进行人工呼吸。就医。食入：患者清醒时给饮大量温水，催吐，尽快洗胃，就医。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋或麻袋包装，每袋净重50kg，包装上应有明显的“有毒品”标志。应贮存在通风、干燥的库房中。包装必须完整、不可与硫酸及食用物品共贮混运。属无机有毒品，危规编号：GB 6.1类61513。UN No.1690；IMDG CODE 6258页，6.1类。失火时，可用水和砂土扑救。

【生产单位】　河北雄威化工股份有限公司，常熟市金星化工有限公司，新乡市黄河精细化工有限公司，湖南广成化工发展有限公司，攸县新星精细化工厂，济南舜凯化工有限公司。

Ah007 氟化钙

【别名】　萤石

【英文名】　calcium fluoride

【结构式】　CaF_2

【分子量】　78.08

【物化性质】　白色粉末或立方体结晶。相对密度3.18，熔点1403℃，沸点2500℃。加热时发光。能溶于浓无机酸，并分解放出氟化氢。微溶于稀无机酸，极难溶于

水，有铵离子存在时其溶解度增加。可溶于铝盐和铁盐溶液而形成络合物。

【质量标准】 国家标准 GB/T 27804—2011

项目	Ⅰ类	Ⅱ类	
		一等品	合格品
氟化钙(CaF_2)质量分数/% ≥	99.0	98.5	97.5
游离酸(以 HF 计)质量分数/% ≤	0.10	0.15	0.20
二氧化硅(SiO_2)质量分数/% ≤	0.3	0.4	—
铁(以 Fe_2O_3计)质量分数/% ≤	0.005	0.008	0.015
氯化物(Cl^-)质量分数/% ≤	0.20	0.50	0.80
磷酸盐(P_2O_5)质量分数/% ≤	0.005	0.010	—
水分质量分数/% ≤	0.10	0.20	—

【用途】 制取氟及其化合物的原料，此外，还用于钢铁冶炼、化工、玻璃、陶瓷的制造业中。纯品可作脱水、脱氢反应的催化剂。是新型电光源材料，可直接用作荧光屏、日光灯等荧光粉主要材料。

【制法】

(1) 中和法 将氢氧化钙溶于氢氟酸中，然后蒸发、过滤、干燥、粉碎，制得氟化钙成品。其反应式如下：

$$2HF+Ca(OH)_2 \longrightarrow CaF_2+2H_2O$$

(2) 钙镁磷肥副产法 将钙镁磷肥副产所得废气用水吸收，过滤，然后加石灰乳中和，加热化合，再经沉降分离、过滤洗涤、脱水、干燥、粉碎，制得氟化钙产品，其反应式如下：

$$H_2SiF_6+3Ca(OH)_2 \longrightarrow 3CaF_2+H_2SiO_3+3H_2O$$

【安全性】

产品毒性：LD_{50} 为 4250mg/kg（大鼠，经口），其分解产物氟化氢有刺激性。对环境有危害，对水体可造成污染。受高热分解，放出有毒的蒸气。皮肤接触，脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗。眼睛接触，提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗，就医。吸入，脱离现场至空气新鲜处，如呼吸困难，给输氧，就医。食入，用水漱口，给饮牛奶或蛋清，就医。

密闭操作，加强通风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴自吸过滤式防尘口罩，戴化学安全防护眼镜，穿防毒物渗透工作服，戴橡胶手套。避免产生粉尘。避免与酸类接触。搬运时轻装轻卸，保持包装完整，防止洒漏。配备泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物。

包装及贮运：用衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重 25kg。应贮存在通风、干燥的库房中，远离火种、热源。勿与酸类共贮混运。装卸时应轻拿轻放，防止包装破损。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。车辆运输完毕应进行彻底清扫。

灭火方法：消防人员必须穿全身防火防毒服，在上风向灭火。灭火时尽可能将容器从火场移至空旷处。

【生产单位】 浙江莹光化工有限公司，福建省浦城县南浦氟化盐有限公司。

Ah008 氟化铬

【别名】 三氟化铬；氟化高铬

【英文名】 chromium fluoride; chromic fluoride

【结构式】 CrF_3

【分子量】 108.99

【物化性质】 暗绿色结晶性粉末。相对密度 3.8。熔点 1400℃。沸点 1100～1200℃（升华）。不溶于醇，微溶于酸，溶于氢氟酸，不溶于水。

【质量标准】 参考标准

名称	规格
铬(Cr)/% ≥	27～31
氯(Cl)/% ≤	0.05
硫酸盐(SO_4^{2-})/% ≤	0.03
铁(Fe)/% ≤	0.05
碱和碱土金属/% ≤	0.80

【用途】 用于印染工业的羊毛染色、毛织品的防蛀。卤化催化剂、大理石硬化及着色剂，通用试剂。

【制法】 将氢氧化铬加入盛有蒸馏水的反

应器中，在搅拌下加热，缓慢加入氢氟酸进行反应，生成氟化铬溶液，经蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离、干燥，制得氟化铬成品。其反应式如下：

$$Cr(OH)_3 + 3HF \longrightarrow CrF_3 + 3H_2O$$

【安全性】

产品毒性及防护：因本品溶解性低，由铬引起的急性毒性较低。由于分解生成氟化氢等有毒气体，必须注意它的毒性，有腐蚀性。应使吸入蒸气的患者脱离污染区，安置休息并保暖。眼睛受刺激时用水冲洗15min。皮肤接触时先用水冲洗，再用肥皂彻底洗涤。误服立即漱口，急送医院救治。其他参见铬酸酐。

密闭操作，加强通风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴自吸过滤式防尘口罩，戴安全防护眼镜，穿防腐工作服，戴防化学品手套。避免产生粉尘，避免与酸类接触。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。配备泄漏应急处理设备，倒空的容器可能残留有害物。

包装及贮运：用聚乙烯塑料瓶包装，每瓶净重1kg，或用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重25kg，包装上有明显“腐蚀品”标志。贮存于阴凉、干燥、通风的库房内，远离热源和火种。与氧化剂、易燃物和酸类隔离贮运。

危规编号：其他腐蚀品，GB 8.3 类 83002。UN No.1756（固体）、1757（液体）；IMDG CODE 8145 页，8.2 类。

失火时，用水、泡沫和二氧化碳灭火器、干沙子灭火。

【生产单位】 河北雄威化工股份有限公司，常熟市金星化工有限公司，鹤山金昌化工有限公司。

Ah009 氟化铝

【别名】 无水氟化铝

【英文名】 aluminium fluoride; aluminium fluoride, anhydrous

【结构式】 AlF_3

【分子量】 83.98

【物化性质】 无色单斜晶系晶体，常因含杂质而呈灰白色、淡红色、淡黄色或黑色。相对密度2.882（25℃），熔点1000℃。难溶于水、酸及碱溶液，不溶于大部分有机溶剂，也不溶于氢氟酸及液化氟化氢。性质非常稳定，与液氨甚至与浓硫酸加热至发烟仍不起反应，与氢氧化钾共熔无变化，也不被氢气还原，加热不分解，但升华，升华温度1291℃。在300～400℃下，可被水蒸气部分水解为氟化氢和氧化铝。其水合物有以下几种：$AlF_3 \cdot 1/2H_2O$、$AlF_3 \cdot H_2O$、$AlF_3 \cdot 3H_2O$、$AlF_3 \cdot 3.5H_2O$ 和 $AlF_3 \cdot 9H_2O$。一水氟化铝为斜方晶体系，相对密度2.17，微溶于水。三水氟化铝为易吸潮结晶粉末，相对密度1.914，微溶于水，在100℃和200℃均可失去水。β-AlF_3 有毒！在水中的溶解度如下表所示：

温度/℃	0	10	25	50	75	90	100
溶解度/%	0.25	0.28	0.50	0.68	0.88	1.17	1.64

【质量标准】 国家标准 GB/T 4292—2007

外观：白色粉末。

牌号	化学成分(质量分数)/%								物理指标/(g/cm³)
	≥		≤						≥
	F	Al	Na	SiO_2	Fe_2O_3	SO_4^{2-}	P_2O_5	烧减量	松装密度
AF-0	61	31.5	0.3	0.10	0.06	0.1	0.03	0.5	1.5
AF-1	60	31.0	0.4	0.30	0.10	0.6	0.04	1.0	1.3

续表

牌号	化学成分(质量分数)/%								物理指标/(g/cm^3)
	≥		≤						≥
	F	Al	Na	SiO_2	Fe_2O_3	SO_4^{2-}	P_2O_5	烧减量	松装密度
AF-2	58	29.0	2.8	0.30	0.12	1.0	0.04	5.5	0.7
AF-3	58	29.0	2.8	0.35	0.12	1.0	0.04	5.5	0.7

注：1. 测定值或其计算值与表中规定的极限值作比较的方法按 GB/T 1250 中第 5.2 条的规定进行。

2. 需方如对表中规定的各指标有特殊要求时，可由供需双方另行商定，并在合同中注明。

【用途】 是电解铝生产中的必要原料，作为氧化铝熔融电解质的调整剂，可降低电解温度，增强导电性能，降低分子比，有利于氧化铝的电解；也用于生产酒精时作发酵的抑制剂。用作陶瓷器的外层釉彩和搪瓷釉的助熔剂、非铁金属的熔剂。在金属焊接中用于焊接液。用于制造光学透镜。还用作有机合成的催化剂及合成冰晶石的原料等。

【制法】

（1）无水氟化铝法　生产原理是：以浓硫酸、萤石、氢氧化铝为主要原料，在间接加热的反应炉内生产粗 HF，经冷凝得液态 HF。液态 HF 经过精馏塔和脱气塔分别除去 SiF_4、H_2SO_4 和水等多种杂质，得到浓度高于 99.9%的 AHF；使用 AHF 与氢氧化铝在高膨胀流化床内反应即得到高性能无水氟化铝。

主要化学反应方程式为：

$$CaF_2 + H_2SO_4 \longrightarrow 2HF + CaSO_4$$

$$2Al(OH)_3 \longrightarrow Al_2O_3 + 3H_2O$$

$$Al_2O_3 + 6HF \longrightarrow 2AlF_3 + 3H_2O$$

（2）布斯干法氟化铝工艺　主要是粗氟化氢气体与氢氧化铝在双层流化床内反应生成氟化铝。反应式如下：

$$3HF + Al(OH)_3 \longrightarrow AlF_3 + 3H_2O$$

（3）氟硅酸法　将来自磷肥厂的 18%氟硅酸溶液加热至 78℃左右，然后加入反应器中与氢氧化铝在 100℃反应生成氟化铝溶液，离心分离除去水合硅酸，滤液进入结晶器，在 90℃下保温 3～5h，得三水氟化铝（$AlF_3 \cdot 3H_2O$）结晶。经离心分离，把三水氟化铝结晶（水分 5%）先后经两个沸腾炉处理脱水，第一个沸腾炉温度控制在 205℃左右，先除去大部分水，使三水氟化铝的总水含量（包括结晶水）从 45%左右降至 6%左右，然后在第二个沸腾炉中脱去其余的水，该炉温度控制在 590～600℃。脱水后物料经冷却，制得无水氟化铝产品。其反应式如下：

$$H_2SiF_6 + 2Al(OH)_3 \longrightarrow 2AlF_3 + SiO_2 + 4H_2O$$

$$AlF_3 \cdot 3H_2O \xrightarrow{\triangle} AlF_3 + 3H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：本品有毒。接触皮肤时用水洗净，侵入眼内时以温水冲洗。误食中毒用 2%氯化钙洗胃，静脉注射葡萄糖酸钙。操作时应穿工作服，戴防护口罩、乳胶手套，防止吸入氟化铝粉尘。生产设备要密闭，车间通风良好。

包装及贮运：用内衬聚乙烯薄膜袋的麻袋或编织袋包装，每袋净重 50kg。包装上应有“有毒品”标志。应贮存在阴凉、通风、清洁的库房中，保持干燥。勿与食用化工产品、酸碱类产品共贮混运。搬运中应小心轻放，防止破包。属无机有毒物品，危规编号 GB 6.1 类 61513。

【生产单位】 焦作市多氟多化工有限公司，湖南有色湘乡氟化学有限公司，山东昭和新材料科技有限公司，宁夏金和化工有限公司，承德泉力集团公司，淄博博丰化工有限公司，淄博南韩化工有限公司。

Ah010 氟化铵

【英文名】 ammonium fluoride
【结构式】 NH_4F
【分子量】 37.04
【物化性质】 无色叶状或针状结晶，升华后得六角形柱状结晶，易潮解。相对密度1.009(25℃)，易溶于水，水溶液呈酸性，可溶于醇，不溶于丙酮和液氨。受热或遇热水即分解成氨和氟化氢，能腐蚀玻璃。在水中溶解度（0℃）100g/1000mL。有毒！
【用途】 用作玻璃蚀刻剂、金属表面的化学抛光剂、酿酒的消毒剂、防腐剂、纤维的媒染剂。也用于提取稀有元素等。
【质量标准】 《工业氟化铵》GB 28653—2012

外观：白色晶体

项目	指标	
	一等品	合格品
氟化铵质量分数/% ≥	95.0	93.0
游离酸(以 HF 计)质量分数/% ≤	1.0	1.0
氟硅酸盐[以$(NH_4)_2SiF_6$计]质量分数/% ≤	0.5	1.0

【制法】 液相法：在铅制或塑料容器中，投入定量氢氟酸。在容器外用水冷却，在搅拌下缓慢通入氨气，直至反应液 pH 值达 4 左右。反应液经冷却结晶、离心分离、气流干燥，制得氟化铵产品。其反应式如下：

$$NH_3 + HF \longrightarrow NH_4F$$

【安全性】 本品不燃，有毒，具强刺激性。对环境有危害，对水体可造成污染。口服引起流涎、恶心、呕吐、腹泻和腹痛，继之震颤、昏迷，可因呼吸麻痹而死亡。可致眼、呼吸道和皮肤灼伤，能经皮肤吸收。长期接触引起氟斑牙和氟骨症。

皮肤接触，立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗至少 15min，就医。眼睛接触，立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15min，就医。吸入，迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。食入，用水漱口，给饮牛奶或蛋清，就医。

密闭操作，提供充分的局部排风。防止粉尘释放到车间空气中。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴防尘面具（全面罩），穿胶布防毒衣，戴橡胶手套。避免产生粉尘，避免与酸类、碱类接触。配备泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋包装。每袋净重 25kg、50kg。包装上应有明显的“有毒品”标志。

贮存于阴凉、通风的库房，远离火种、热源，防止阳光直射，包装密封。应与酸类、碱类、食用化学品分开存放，切忌混贮。贮区应备有合适的材料收容泄漏物。

运输过程中要防雨淋，严禁烈日曝晒。装卸时应轻拿轻放，防止包装破损。

遇酸分解，放出腐蚀性的氟化氢气体，遇碱放出有刺激性的氨。受高热分解产生有毒的腐蚀性烟气。消防人员必须穿全身防火防毒服，在上风向灭火。灭火时尽可能将容器从火场移至空旷处。然后根据着火原因选择适当灭火剂灭火。危规编号：GB 6.1 类 61513。UN No.2505，IMDG CODE 6065 页，6.1 类。
【生产单位】 河北雄威化工股份有限公司，东岳化工有限公司，邵武华新化工有限公司，云南氟业化工有限公司，顺昌富宝腾达化工有限公司，福建永福化工有限公司。

Ah011 氟化镁

【英文名】 magnesium fluoride
【结构式】 MgF_2
【分子量】 62.31
【物化性质】 无色四方晶系晶体或粉末，

无味。相对密度3.148，熔点1261℃，沸点2239℃。能溶于硝酸，微溶于稀酸，难溶于水和醇。在电光下加热呈现弱紫色荧光，其晶体有良好的偏振作用，特别适于紫外线和红外光谱。有毒。

【质量标准】 YS/T 691—2009

外观：白色、灰白色或粉红色。氟化镁中不得混入外来杂质。

牌号	质量分数/%						
	F	Mg	Ca	SiO_2	Fe_2O_3	SO_4^{2-}	H_2O
	≥		≤				
MF-1	60	38	0.3	0.20	0.3	0.6	0.2
MF-2	45	28	—	0.9	1.1	1.3	1.0

注：1. 测定值或其计算值与表中规定的极限值作比较的方法按GB/T 8170—2008中第4.3.3条的规定进行。

2. 需方如对表中规定的各指标有特殊要求时，可由供需双方另行商定，并在合同中注明。

【用途】 用作冶炼金属镁的助熔剂、电解铝的添加剂、光学仪器中镜头和滤光器的涂层；钛颜料的涂着剂、阴极射线屏的荧光材料。也用于陶瓷、玻璃工业、焊剂等。

【制法】 碳酸镁法：在衬铅的反应器中，盛有过量的氢氟酸，在搅拌下加入菱镁矿矿浆，于90～95℃下进行反应。反应生成的氟化镁经过滤、洗涤，在105℃左右进行干燥，再经粉碎，制得氟化镁成品。其反应式如下：

$$MgCO_3+2HF \longrightarrow MgF_2+H_2O+CO_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：本品有毒，操作人员应穿戴必要的防护用品。

包装及贮运：用两层牛皮纸袋或内衬聚乙烯塑料袋的编织袋包装，每袋净重50kg。包装上应有明显的“有毒品”标志。属无机有毒品，应贮存在阴凉、干燥的库房中。不可与食用品共贮混运。

【生产单位】 焦作市多氟多化工有限公司，河北雄威化工股份有限公司，中海油天津化工研究设计院，常熟市金星化工有限公司。

Ah012 氟化钾

【英文名】 potassium fluoride

【结构式】 KF

【分子量】 58.10

【物化性质】 无色立方晶体，易潮解。相对密度2.48，熔点858℃。沸点1505℃，折射率1.363。易溶于水，能溶于氢氟酸和液氨，微溶于醇及丙酮。水溶液呈碱性，能腐蚀玻璃及瓷器。加热至升华温度时才少许分解，但熔融氟化钾的活性较大，能腐蚀耐火物质。与过氧化氢可形成加成物$KF\cdot H_2O_2$。水合物有两种：$KF\cdot 2H_2O$和$KF\cdot 4H_2O$。低于40.2℃时，水溶液中可结晶得到二水物（$KF\cdot 2H_2O$），系单斜晶体，41℃时可自溶于结晶水中，有毒。

【质量标准】

1. 化工行业标准 HG/T 2829—2008

外观：白色粉末。

项目			指标		
			优等品	一等品	合格品
氟化钾质量分数/%		≥	99.0	98.5	98.0
氯化物(以Cl^-计)质量分数/%		≤	0.3	0.5	0.7
水分质量分数/%		≤	0.2	0.4	0.5
游离酸或游离碱	(以HF计)质量分数/%	≤	0.05	0.1	0.1
	(以KOH计)质量分数/%	≤	0.05	0.1	0.2
硫酸盐(以SO_4^{2-}计)质量分数/%		≤	0.1	0.2	0.3
氟硅酸盐(以SiO_2计)质量分数/%		≤	0.05	0.2	0.3

2.《高品质无水氟化钾》GB 28652—2012

外观：白色粉末或球状颗粒。

项目			指标	
			优等品	合格品
氟化钾质量分数/%		≥	99.0	99.3
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/%		≤	0.05	0.05
水分质量分数/%		≤	0.2	0.2
游离酸或游离碱	(以 HF 计)质量分数/%	≤	0.05	0.05
	(以 KOH 计)质量分数/%	≤	0.05	0.1
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/%		≤	0.1	0.2
氟硅酸盐(以 SiO_2 计)质量分数/%		≤	0.01	0.01

【用途】 用于玻璃雕刻、食物防腐、电镀。可用作焊接助熔剂、杀虫剂、有机化合物的氟化剂、催化剂、吸收剂（吸收 HF 和水分）等，也是制取氟化氢钾的原料。

【制法】 中和法：在中和池内用等量水溶解固体氢氧化钾，然后通入无水氢氟酸（或 40%氢氟酸）进行反应，至 pH=7～8 时，停止通入无水氢氟酸，静置沉降 24h，所得澄清液（含氟化钾 40%左右）送至真空蒸发器进行真空浓缩（压力为 79993Pa），待溶液中含有大部分结晶时，再经过滤（压力为 0.2～0.3MPa）、真空干燥（压力为 79993Pa）6h，制得氟化钾成品。其反应式如下：

$$KOH + HF \longrightarrow KF + H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：本品有毒，LD_{50} 为 245mg/kg。对黏膜、上呼吸道、眼睛、皮肤组织有极强的破坏作用。吸入后可因喉及支气管的炎症、水肿、痉挛及化学性肺炎、肺水肿而致死。中毒表现有烧灼感、咳嗽、喘息、喉炎、气短、头痛、恶心和呕吐。呼吸系统防护：空气中浓度超标时，应该佩戴防毒口罩。紧急事态抢救或逃生时，建议佩戴自给式呼吸器。眼睛防护：戴化学安全防护眼镜。身体防护：穿相应的防护服。手防护：戴防化学品手套。其他：工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作毕，淋浴更衣。工作服不准带至非作业场所。单独存放被毒物污染的衣服，洗后备用。保持良好的卫生习惯。

对环境的影响：该物质对环境有危害，应特别注意对水体的污染。对含氟废水的处理主要有以下三种方法：①钙盐沉淀法。②钙盐-硫酸铝共沉淀法。③钙盐-磷酸盐法。

包装及贮运：用内衬两层聚乙烯塑料袋的聚丙烯编织袋或用聚乙烯塑料桶包装，每袋净重 10kg 或 25kg，每桶净重 50kg。包装上应有明显的“有毒品”标志。应贮存在阴凉、通风的干燥库房中，防止潮湿结块。勿与食用化工产品、酸、碱类物品共贮混运。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。

属无机有毒品，危规编号：GB 6.1 类 61513。UN No.1812；IMDG CODE 6242 页，6.1 类。灭火方法：干粉、砂土。

【生产单位】 新乡市黄河精细化工有限公司，河北雄威化工股份有限公司，浙江莹光化工有限公司，邵武华新化工有限公司。

Ah013 氟化氢钠

【别名】 酸式氟化钠；二氟氢化钠

【英文名】 sodium bifluoride; sodium acid fluoride

【结构式】 $NaHF_2$

【分子量】 61.99

【物化性质】 无色或白色流沙状结晶粉末，有强烈的酸味。相对密度 2.08。溶于水，不溶于醇。在潮湿空气中吸收水分并放出氟化氢。加热至 160℃则分解为氟化钠和氟化氢。高温时，铝或铝合金对氟化氢钠有抗蚀作用。水溶液能腐蚀玻璃，有毒。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
氟化氢钠($NaHF_2$)质量分数/%	≥	98
游离酸(以 HF 计)质量分数/%	≤	0.2
水不溶物质量分数/%	≤	0.5

【用途】 用作食物保护剂、动物标本及解剖标本保存剂和防腐剂。也用于蚀刻玻璃、锡版制造、纺织品的处理，去除铁锈、皮革防虫和马口铁生产等。与氟化氢钾混合可用作金属的焊接剂。还可用于生产无水氟化氢。

【制法】 中和法：在塑料反应器中计量投入 40% 氢氟酸，器外用冰或冷水冷却，以维持反应温度在 5℃以下。在搅拌下，以细流缓慢加入滤过的饱和纯碱溶液，中和至刚果红试纸刚呈红色。然后冷却、真空吸滤，用极少量的清水淋洗晶体除去游离酸，再经离心分离，于 80℃下烘干、粉碎，制得氟化氢钠产品。其反应式如下：

$$4HF + Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaHF_2 + H_2O + CO_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：本品有毒。吸入粉尘会严重刺激呼吸器官；与皮肤接触会引起灼伤。操作人员须穿戴必要的防护用品，严防吸入粉尘或与皮肤接触。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋或麻袋包装，每袋净重 50kg。包装上应有明显的“有毒品”标志。属无机有毒品，危规编号：GB 8.3 类 83003。UN No.2439；IMDG CODE 8223 页，8.3 类。应贮存在通风、干燥的库房中，严防潮湿，不可与硫酸及食用物品共贮混运。

【生产单位】 河北雄威化工股份有限公司，常熟市金星化工有限公司。

Ah014 氟化氢钾

【别名】 酸式氟化钾

【英文名】 potassium bifluoride；potassium acid fluoride

【结构式】 KHF_2

【分子量】 78.11

【物化性质】 无色四方（α 型）或立方（β 型）结晶，略带酸臭味。双晶化合物，195℃以下为 α 型，195～239℃为 β 型。相对密度 2.37，熔点约 225℃（分解）。易溶于水，可溶于醋酸钾，不溶于乙醇。水溶液呈酸性。在干燥空气中不分解放出氟化氢，在潮湿空气中吸收水分而放出氟化氢。加热至 310℃时开始有氟化氢逸出，至 400℃时氟化氢的蒸气压可达 0.101325MPa（1atm）。熔融氟化氢钾的活性比氟化钾大。有毒，有腐蚀性。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
氟化氢钾含量(KHF_2)/%	≥	99.0
氟硅酸盐(以 SiO_3^{2-} 计)/%	≤	0.05
铁(Fe)/%	≤	0.002
水分/%	≤	0.1
氯化物(Cl^-)/%	≤	0.05
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤	0.05
重金属(Pb)/%	≤	0.003

【用途】 用于制造无水氟化氢、纯氟化钾、元素氟生产的电解质。也用于制造光学玻璃、蚀绘玻璃。可用作银制品的焊接助熔剂、木材的防腐剂、掩蔽剂及苯烷基化的催化剂等。

【制法】 氢氧化钾法：在中和槽中用等量水溶解固体氢氧化钾，然后通入氢氟酸（或无水氢氟酸）进行反应，生成氟化钾。过滤后，在酸化器中通氢氟酸（或无水氢氟酸）酸化，同时用水冷却。控制 pH 值 2～3。冷却反应液至 50～60℃，然后放

入冷却槽冷却结晶。再经离心分离，在170～200℃下干燥8h，制得氟化氢钾成品。其反应式如下：

$$KOH + HF \longrightarrow KF + H_2O$$
$$KF + HF \longrightarrow KHF_2$$

【安全性】

毒性及防护：本品有毒，最高容许浓度$2.5mg/m^3$。有腐蚀性，对皮肤、黏膜有刺激性。受热分解会产生氟化氢。操作时必须穿戴防护用具，避免与皮肤接触。其他参见氟化氢。

包装及贮运：用内衬两层聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重45kg。包装上应有明显的“有毒品”标志。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，包装必须完整，贮存时应严防潮湿。不可与食用物品共贮混运，运输过程中要防雨淋和日晒。属无机有毒品，危规编号：GB 8.3类83004。UN No.1811；IMDG CODE 8212页，8.3类。副危险6.1类。

【生产单位】 浙江莹光化工有限公司，河北雄威化工股份有限公司，常熟市金星化工有限公司。

Ah015 六氟化硫

【英文名】 sulfur hexafluoride

【结构式】 SF_6

【分子量】 146.05

【物化性质】 惰性、非燃烧气体，无色、无臭、无味、无毒。相对密度6.602，熔点−50.5℃，升华温度−63.8℃。通常在500℃以上时仍有很好的热稳定性。有很高的介电强度和良好的灭弧性能，没有偶极矩，因此，介电常数不因频率而变化，导电性良好。化学性质很稳定，微溶于水、醇及醚，可溶于氢氧化钾，不与氢氧化钠、液氨、盐酸及水起化学反应。在300℃以下干燥环境中与铜、银、铁、铝不反应，500℃以下对石英不起作用，250℃时与金属钠反应，−64℃时在液氨中反应。室温下易与二甲基乙二醚作用，与硫化氢混合加热则分解。200℃时，在特定的金属存在下略分解，如钢及硅钢能促使其缓慢分解。六氟化硫具有良好的化学稳定性和热稳定性，卓越的电绝缘性和灭弧性能。

【质量标准】

1.《工业六氟化硫》GB/T 12022—2014

指标项目			指标
六氟化硫(SF_6)的质量分数/%		≥	99.9
空气的质量分数/%		≤	0.04
四氟化碳(CF_4)的质量分数/%		≤	0.04
水分	水的质量分数/%	≤	0.0005
	露点/℃	≤	−49.7
酸度(以HF计)的质量分数/%		≤	0.00002
可水解氟化物(以HF计)的质量分数/%		≤	0.00010
矿物油的质量分数/%		≤	0.0004
毒性			生物试验无毒

2.《电子工业用气体六氟化硫》GB/T 18867—2014

指标项目		指标
六氟化硫(SF_6)的体积分数/$\times 10^{-2}$	≥	99.99
空气的体积分数/$\times 10^{-5}$	≤	50.0
四氟化碳(CF_4)的体积分数/$\times 10^{-6}$	≤	15.0
湿度的体积分数/$\times 10^{-6}$		8.0
酸度(以HF计)的体积分数/$\times 10^{-6}$	≤	1.0
可水解氟化物(以HF计)的体积分数/$\times 10^{-6}$	≤	1.0
其他杂质(CO_2、C_2F_2、C_2F_5、SO_2F_2、S_2OF_2、S_2OF_{10})的体积分数/$\times 10^{-6}$	≤	15.0
杂质总和的体积分数/$\times 10^{-6}$	≤	100
颗粒		供需双方商定

【用途】 ① 电力行业。六氟化硫主要用作电气绝缘介质和灭弧剂，在保证电气设备运行安全可靠的同时，可使其尽量小型化，降低设备成本。目前大多数大功率变压器使用六氟化硫绝缘，极大地

降低了火花放电和电弧对设备造成的危害，而装有六氟化硫的电流遮断器则具有高额定电压、高容量和不易燃烧等特点，另外，六氟化硫还用于各种加速器、超高压蓄电器、同轴电缆和微波传输的绝缘介质。

② 环保行业。六氟化硫目前是应用较为广泛的测定大气污染的示踪剂，示踪距离可达 100km。同时六氟化硫作制冷剂替代氟利昂，对臭氧层完全没有破坏作用，符合环保和使用性能的要求，是一种很有发展潜力的制冷剂。

③ 六氟化硫可用于有色金属的冶炼和铸造工艺，防止镁及其合金熔融物氧化，也可用于铝及其合金熔融物的脱气和纯化。在微电子业中，可用六氟化硫蚀刻硅表面并去除半导体材料上的有机或无机膜状物，并可在光导纤维的制造过程中，作为单膜光纤隔离层掺杂剂。

此外，由于对 α 粒子有高度的停止能力，还用于放射化学作为一种反吸附剂以及从矿井煤尘中置换氧。

【制法】 直接合成法：经净化后的氟（含 HF≤0.5%）和硫反应生成六氟化硫及少量的 S_2F_{10}、SF_4、SF_2 和 S_2F_2。经水洗、碱洗除去绝大部分杂质气体，再经热解炉分解 S_2F_{10} 成 SF_6 和 SF_4（300～350℃），然后经碱洗进一步除去杂质，净化后的 SF_6 气体经硅胶及分子筛干燥器干燥后，制得六氟化硫产品。其反应式如下：

$$S+3F_2 \longrightarrow SF_6$$

【安全性】 六氟化硫呈液态状，装于耐压钢瓶内，钢瓶容积通常为 40L，公称压力 12.5～15.0MPa，实际充装压力 30℃时为 2.7MPa，净重约 50kg，毛重约 105kg，外形尺寸 ϕ219mm×1460mm。也可有 4L、8L 小钢瓶包装。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，贮运过程中防止碰撞及受热。危规编号：不燃气体。GB 2.2 类 22021。UN No.1080；IMDG CODE 2179 页，2.2 类。

【生产单位】 黎明化工研究设计院有限责任公司，成都科美特氟业塑胶有限公司，青海信禾高精化工有限公司，佛山市华特气体有限公司，四川众力氟业有限责任公司，大连大特气体有限公司，光明化工研究设计院，上海基量标准气体有限公司，西安鼎岩科技有限公司，西南化工研究设计院有限公司。

Ah016 氟化氢铵

【别名】 酸式氟化铵；氟氢化铵

【英文名】 ammonium bifluoride；ammonium acid fluoride

【结构式】 NH_4HF_2

【分子量】 57.04

【物化性质】 白色或无色透明斜方晶系结晶，商品呈片状，略带酸味。相对密度 1.52，熔点 125.6℃，沸点 240℃。在空气中易潮解，微溶于醇，极易溶于冷水，在热水中分解。水溶液呈强酸性。在较高温度下能升华。能腐蚀玻璃，对皮肤有腐蚀性。有毒！

【质量标准】 《工业氟化氢铵》GB 28655—2012

项目		指标		
		优等品	一等品	合格品
氟化氢铵(NH_4HF_2)(以干基计)质量分数/%	≥	98.0	97.0	96.0
氟硅酸盐铵[以$(NH_4)_2SiF_6$计]质量分数%	≤	0.5	1.5	3.0
干燥减量质量分数/%	≤	1.5	3.0	4.0
灼烧残渣质量分数/%	≤	0.1	0.2	—
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/%	≤	0.1	0.1	—

【用途】 可用作化学试剂、玻璃蚀刻剂(常与氢氟酸并用)、发酵工业消毒剂和防腐剂、由氧化铍制金属铍的溶剂，以及硅钢板的表面处理剂。还用于制造陶瓷、镁合金，锅炉给水系统和蒸汽发生系统的清洗脱垢，以及油田砂石的酸化处理。也用作烷基化、异构化催化剂组分。

【制法】 中和法：在铅或塑料制的容器中，定量通入无水氢氟酸，与循环母液混合，在容器夹套中用冷水冷却，然后缓慢地、间歇地以细流通入液氨并不断搅拌，使之充分反应。操作中随时用刚果红试剂测定，至试剂刚呈棕色为终点时，停止通入液氨。将反应液蒸发浓缩至液面呈现结晶膜为止，然后冷却结晶，离心分离，制得氟化氢铵成品，其反应式如下：

$$NH_3+2HF \longrightarrow NH_4HF_2$$

【安全性】

毒性及防护：本品有毒。操作人员必须穿戴防护用具。如不慎触及皮肤，需立即用大量清水冲洗，然后将患处浸于70%冰乙醇或冰冷的硫酸镁溶液中30min，再涂以氧化镁甘油油膏。要特别注意指甲下的皮肤，如不及时清洗处理，会导致剧烈疼痛。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋包装。每袋净重25kg或10kg。包装上应有明显的“有毒品”标志。应贮存在阴凉、干燥、清洁的库房中，最高温度不超过50℃。不得与碱性物质混贮。运输过程中要防雨淋，严禁烈日曝晒。装卸时应轻拿轻放，防止包装破损。

其他腐蚀品。危规编号：GB 8.3类83003。UN No.1727（固体）、2817（液体）；IMDG CODE 8112页，8.3类。副危险6.1类。

【生产单位】 河北雄威化工股份有限公司，东岳化工有限公司，邵武华新化工有限公司，东至日化化工有限公司，云南氟业化工有限公司，浙江侨朋化工有限公司，顺昌富宝腾达化工有限公司，福建永福化工有限公司。

Ah017 氟硅酸铵

【别名】 硅氟化铵

【英文名】 ammonium fluorosilicate；ammonium silicofluoride

【结构式】 $(NH_4)_2SiF_6$

【分子量】 178.15

【物化性质】 无色结晶粉末。有α和β两种晶形，α型为等轴晶系，β型为三斜晶系。无臭。相对密度：α型2.011；β型2.152。溶于醇和水，不溶于丙酮。在空气中稳定，但长时间加热会破坏β型晶系而使其转变成α型。有毒！

【质量标准】

1. 参考指标

指标名称		指标
外观		白色结晶
氟硅酸铵[$(NH_4)_2SiF_6$]/%	≥	98
氟硅酸(H_2SiF_6)/%	≤	0.3
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)/%	≤	0.6
水分/%	≤	0.6
水不溶物/%	≤	0.5

2. 企业标准

指标名称		指标
外观		白色结晶
氟硅酸铵[$(NH_4)_2SiF_6$]/%	≥	98
氟硅酸(H_2SiF_6)/%	≤	0.6
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)/%	≤	0.3
水分/%	≤	0.6
水不溶物/%	≤	0.5

【用途】 用作酿造工业的消毒剂、玻璃蚀刻剂、纺织品的防蛀剂、木材防腐剂。也用于轻金属浇铸、电镀、由绿砂中提钾及制取人造冰晶石和氯酸铵等；在化学分析中还用于钡盐测定。

【制法】 中和法：萤石粉、硅砂与硫酸反应制得氟硅酸（参见氟硅酸），再用氨中和至pH8左右，趁热压滤，除去不溶性

杂质，然后经浓缩、结晶、离心分离、干燥，制得氟硅酸铵成品。其反应式如下：

$$H_2SiF_6 + 2NH_4OH \longrightarrow (NH_4)_2SiF_6 + 2H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：本品不燃，有毒，具强刺激性。与酸反应放出有毒的腐蚀性烟气。受高热分解放出有毒的气体，误服或吸入会中毒。对眼睛、皮肤、黏膜和上呼吸道有强烈刺激作用。吸入可致喉、支气管痉挛、炎症、化学性肺炎、肺水肿。

操作注意事项：密闭操作，提供充分的局部排风。防止粉尘释放到车间空气中。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴防尘面具（全面罩），穿胶布防毒衣，戴橡胶手套。避免产生粉尘。避免与氧化剂、酸类接触。配备泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物。

包装及贮运：用塑料编织袋内衬聚乙烯塑料袋，每袋净重 50kg。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，远离火种、热源，防止阳光直射，包装密封。应与氧化剂、酸类、食用化学品分开存放，切忌混贮。贮区应备有合适的材料收容泄漏物。

毒害品。危规编号：GB 6.1 类 61514。UN No.2854；IMDG CODE 6250 页，6.1 类。

灭火方法：消防人员必须穿全身防火防毒服，在上风向灭火。灭火时尽可能将容器从火场移至空旷处。然后根据着火原因选择适当灭火剂灭火。

【生产单位】 河北雄威化工股份有限公司，云南氟业化工股份有限公司，浙江省磐安县渠成氟化有限公司，济南舜凯化工有限公司。

Ah018 氟硅酸钠

【别名】 硅氟化钠

【英文名】 sodium fluorosilicate；sodium silicofluoride

【结构式】 Na_2SiF_6

【分子量】 188.06

【物化性质】 无色六方结晶，无臭无味，有吸潮性，相对密度 2.679。溶于乙醚等溶剂中，不溶于醇。在酸中的溶解度比在水中大。在碱液中分解，生成氟化物及二氧化硅。灼热（300℃上）后，分解成氟化钠和四氟化硅。有毒！

【质量标准】 《工业氟硅酸钠》GB 23936—2009

外观：白色结晶。

项目		指标		
		优等品	一级品	合格品
氟硅酸钠(Na_2SiF_6)质量分数/%	≥	99.0	98.5	97.0
游离酸(以 HCl 计)质量分数/%	≤	0.10	0.15	0.20
105℃干燥减量质量分数/%	≤	0.30	0.40	0.60
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/%	≤	0.15	0.20	0.30
水不溶物质量分数/%	≤	0.4	0.5	—
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/%	≤	0.25	—	—
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.02	—	—
五氧化二磷(P_2O_5)质量分数/%	≤	协商		—
细度(通过 250μm 试验筛)质量分数/%	≤	90	90	90

【用途】 用作玻璃和搪瓷的乳白剂、助熔剂，木材防腐剂，农业杀虫剂，耐酸水泥的吸湿剂。是其他氟化物的生产原料。天然乳胶制品中用作凝固剂，电镀锌、镍、铁三元镀层中用作添加剂，还用作塑料填充剂。此外，还用于制药和

饮用水的氟化处理，及制造人造冰晶石和氟化钠。

【制法】 过磷酸钙副产法：由磷矿粉和硫酸反应生产过磷酸钙或萃取磷酸时逸出的含氟废气，用水吸收四氟化硅使成氟硅酸。当氟硅酸溶液的浓度达 8%～10% 时，静止澄清，除去杂质，澄清的氟硅酸溶液中加入氯化钠（过量约 25%）反应，生成氟硅酸钠，经离心分离、洗涤、300℃以下温度下进行气流干燥，再经粉碎，制得氟硅酸钠成品。其反应式如下：

$$H_2SiF_6 + 2NaCl \longrightarrow Na_2SiF_6 + 2HCl$$

【安全性】

毒性及防护：本品有毒，对呼吸器官有刺激作用，误经口中毒者，会出现剧烈的胃肠道损害症状。致死量为 0.4～4g。操作人员工作时，须穿戴必要的防护用具，以防中毒。生产设备要密闭，车间要通风良好。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的麻袋、编织袋或铁桶包装，每袋（桶）净重 50kg。包装上应有明显的“有毒品”标志。应贮存在通风、阴凉、干燥的库房中，包装要牢固。不要露天存放，应注意防潮。切勿与食品、饲料、酸类物品共贮混运。失火时，可用水和砂土及各种灭火器扑救，消防人员要戴口罩、手套，以防中毒。

毒害品。危规编号：GB 6.1 类 61514。UN No.2674；IMDG CODE 6250 页，6.1 类。

【生产单位】 云南云天化国际化工股份有限公司，云南氟业化工股份有限公司，湖北祥云（集团）化工股份有限公司等。

Ah019 氟硅酸钾

【别名】 硅氟化钾

【英文名】 potassium fluorosilicate; potassium silicofluoride

【结构式】 K_2SiF_6

【分子量】 220.26

【物化性质】 白色结晶或粉末，无臭无味。六方晶系结晶相对密度 3.08；立方晶系结晶相对密度 2.665（17℃）。微酸性，有吸湿性。微溶于水，可溶于盐酸，溶解度随温度的升高略有增加，不溶于醇。在热水中水解成氟化钾、氟化氢及硅酸。灼烧时分解成氟化钾和四氟化硅。有毒。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
氟硅酸钾(K_2SiF_6)/%	≥	99
铁(Fe)/%	≤	0.005
游离酸(以 H_2SiF_6计)/%	≤	0.1
重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.01
硫酸根(以 SO_4^{2-} 计)/%	≤	0.2
水分/%	≤	0.5
氯化物(以 Cl^- 计)/%	≤	0.1
五氧化二磷(P_2O_5)/%	≤	0.005
细度(80 目)/%	≤	90
水不溶物/%	≤	0.5

【用途】 木材工业中用作防腐剂；冶金工业中用作镁、铝冶炼的助剂；玻璃工业中用于制造钾玻璃、光学玻璃、不透明玻璃；农药工业中用于制造杀虫剂；有机工业中用于制造中间体；分析化学中用作分析试剂；化工生产中用于生产防腐蚀材料。还用于陶瓷、合成云母等方面。

【制法】 复分解法：将氯化钾溶液（浓度为 22%～24%，过量 20%～25%）于 70～80℃在搅拌下加入氟硅酸溶液中，继续搅拌，然后静置 20～30min，再经离心分离、用水洗涤、干燥、粉碎后，制得氟硅酸钾成品。其反应式如下：

$$H_2SiF_6 + 2KCl \longrightarrow K_2SiF_6 + 2HCl$$

【安全性】 本品不燃，有毒，误服或吸入粉尘会中毒，粉尘能强烈刺激眼睛和呼吸系统。与酸反应，散发出刺激性和腐蚀性的氟化氢和四氟化硅气体。

皮肤接触：脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗。眼睛接触：立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15min，就医。吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅；如呼吸困难，给输氧，如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。食入：饮足量温水，催吐，就医。

密闭操作，局部排风。防止粉尘释放到车间空气中。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴自吸过滤式防尘口罩，戴化学安全防护眼镜，穿防毒物渗透工作服，戴乳胶手套。避免产生粉尘，避免与氧化剂、酸类接触。配备泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物。

用内衬两层聚乙烯塑料袋的编织袋包装，每袋净重 40kg。包装上应有明显的“有毒品”标志。贮存于阴凉、通风的库房，远离火种、热源，防止阳光直射，包装密封。应与氧化剂、酸类、食用化学品分开存放，切忌混贮。贮区应备有合适的材料收容泄漏物。切勿与食用物品共贮混运。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

属有毒品。危规编号：GB 6.1 类 61514。UN No. 2655；IMDG CODE 6250 类，6.1 类。与酸反应，放出有毒的腐蚀性烟气。受高热分解放出有毒的气体。灭火剂：雾状水、泡沫、干粉、二氧化碳、砂土。

【生产单位】 河北雄威化工股份有限公司，衡阳市邦友化工科技有限公司，云南氟业化工股份有限公司。

Ah020 氟硅酸镁

【别名】 硅氟化镁

【英文名】 magnesium fluorosilicate; magnesium silicofluoride

【结构式】 $MgSiF_6 \cdot 6H_2O$

【分子量】 274.48

【物化性质】 无色或白色菱形或针状结晶，无气味。相对密度 1.788，熔点 120℃（分解）。不易潮解，但可风化而失去结晶水。80℃以上时脱水分解，并放出四氟化硅气体。易溶于水，溶于稀酸，难溶于氢氟酸，不溶于醇。水溶液呈酸性。与碱作用时可生成相应的氟化物及二氧化硅。有毒！

【质量标准】 《工业氟硅酸镁》HG/T 2768—2009

指标名称	指标	
	一等品	合格品
氟硅酸镁($MgSiF_6 \cdot 6H_2O$)质量分数/% ≥	98.5	98.0
硫酸镁($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)质量分数/% ≤	0.3	0.5
氟硅酸(H_2SiF_6)质量分数/% ≤	0.5	0.6
水分质量分数/% ≤	0.3	0.5
水不溶物质量分数/% ≤	0.2	0.3

【用途】 主要用作改善混凝土硬度和强度的硬化剂和防水剂。也用于硅石建筑物表面的氟风化处理、陶瓷的制造、织物防虫，可用作杀虫剂。

【制法】 中和法：先由萤石、硅砂和硫酸制得氟硅酸溶液（参见氟硅酸），浓度为 20～22°Bé，净化后加入反应器，然后加入菱苦土粉悬浮液中和至 pH3～4，即得氟硅酸镁溶液，再经过滤、浓缩、结晶、离心分离、干燥，制得氟硅酸镁成品。其反应式如下：

$$3CaF_2 + 3H_2SO_4 + SiO_2 \longrightarrow 3CaSO_4 + H_2SiF_6 + 2H_2O$$

$$H_2SiF_6 + MgO \longrightarrow MgSiF_6 + H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见氟硅酸钠。

包装及贮运：采用双层包装。内包装采用聚乙烯塑料薄膜袋，厚度不得小于 0.05mm；外包装采用塑料编织袋。其性能和检验方法应符合 GB/T 8946 中 A 型

的规定。每袋净重25kg。应贮存在阴凉、干燥的库房中，注意防潮。在运输过程中应有遮盖物，防止雨淋，受潮。勿与食用品、种子等共贮混运。

毒害品。危规编号：GB 6.1类61514。UN No.2853；IMDG CODE 6250页，6.1类。

【生产单位】 河北雄威化工股份有限公司，昆明合起工贸有限公司，云南云天化国际化工股份有限公司，云南氟业化工股份有限公司，湖北祥云（集团）化工股份有限公司。

Ah021 氟硅酸铜

【英文名】 cupric hexafluoro silicate

【结构式】 $CuSiF_6 \cdot 4H_2O$，$CuSiF_6 \cdot 6H_2O$

【分子量】 277.684

【物化性质】 氟硅酸铜为蓝色单斜荧光结晶，分四水合物和六水合物。无臭无味，相对密度2.56。溶于水（在水中溶解度：15℃，73.5g/100gH_2O；20℃，81.6g/100gH_2O；75℃，93.2g/100gH_2O），微溶于醇，加热则分解；能溶于氢氟酸。

【质量标准】 企业参考标准

指标名称		固体	液体
氟硅酸铜含量/%	≥	98.0	50.0
水不溶物含量/%	≤	0.50	0.30
硫酸盐(以SO_4^{2-}计)/%	≤	0.20	0.10
氯化物(以Cl^-计)/%	≤	0.10	0.05
铁(Fe)/%	≤	0.02	0.01
外观		白色粉末	无色液体

【用途】 用于大理石硬化、着色和印染、杀菌、杀虫剂，混凝土硬化剂，聚酯纤维催化剂等。还用作配制电镀浴等。

【制法】 中和法：以氟硅酸和氢氧化铜为原料制备氟硅酸铜，反应式如下：

$$H_2SiF_6 + Cu(OH)_2 \longrightarrow CuSiF_6 + 2H_2O$$

将氟硅酸净化除去氟离子和硫酸根离子后加入到氢氧化铜溶液中进行中和反应，反应完成后真空浓缩、冷却结晶、干燥，制得产品。

合成法：反应式如下：

$$CuO + 2HF \longrightarrow CuF_2 + H_2O$$

【安全性】 固体用塑料编织袋内衬聚乙烯塑料袋，每袋净重50kg；液体用塑料桶包装，每桶25kg。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，避免阳光直射，受潮。

【生产单位】 河北雄威化工股份有限公司，济南舜凯化工有限公司。

Ah022 氟硅酸锌

【别名】 硅氟化锌；氟硅化锌；六氟硅化锌

【英文名】 zinc fluorosilicate；zinc silicofluoride

【结构式】 $ZnSiF_6 \cdot 6H_2O$

【分子量】 315.54

【物化性质】 无色六方晶系棱形结晶或白色结晶粉末，相对密度2.104。易溶于水，可溶于无机酸，不溶于乙醇。加热至100℃时分解为四氟化硅、水和氟化锌。其1%水溶液pH值为3.2。有毒！

【质量标准】

1. 参考标准

指标名称		指标
氟硅酸锌($ZnSiF_6 \cdot 6H_2O$)/%	≥	98
水不溶物(ZnF_6、SiO_2等)/%	≤	0.25
硫酸锌($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$)/%	≤	0.5
水分/%		0.6

2. 参考标准

指标名称		指标
氟硅酸锌($ZnSiF_6 \cdot 6H_2O$)/%	≥	98
水不溶物(ZnF_6、SiO_2等)/%	≤	0.6
硫酸盐(以SO_4^{2-}计)/%	≤	0.5
水分/%		0.6
铁(Fe)/%	≤	0.2
氯化物(以Cl^-计)/%	≤	0.6

【用途】 用作混凝土快速硬化剂、木材防腐剂、熟石膏增强剂、洗涤后处理剂、防蛀剂、聚酯纤维生产的催化剂等，也用于配置锌的电解浴。

【制法】 中和法：由硫酸、萤石和硅砂反应制得氟硅酸溶液（参见氟硅酸），再用铅盐（氟硅酸铅或碳酸铅）进行净化，除去硫酸根。然后用氧化锌中和，再经过滤、蒸发（至饱和溶液）、冷却结晶、离心分离、干燥，制得氟硅酸锌成品。其反应式如下：

$$H_2SiF_6 + ZnO \longrightarrow ZnSiF_6 + H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：本品有毒。操作人员须穿戴必要的防护用具。其余参见氟硅酸钠。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重 50kg。包装上应有明显的“有毒品”标志。应贮存在阴凉、干燥的库房中，包装必须严密。不可与食用物品及酸类物资等共贮混运。

毒害品。危规编号：GB 6.1 类 61514。UN No. 2855；IMDG CODE 6250 页，6.1 类。

失火时可用水和砂土扑救。

【生产单位】 河北雄威化工股份有限公司，济南舜凯化工有限公司。

Ah023 氟铝酸钾

【别名】 氟化铝钾；钾冰晶石

【英文名】 potassium fluoroaluminate；potassium aluminium fluoride

【结构式】 K_3AlF_6

【分子量】 258.28

【物化性质】 白色或浅灰色粉末，微溶于水。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
铝(Al)/%		17.25～19
氟(F)/%		52.15～55
铁(Fe)/%	≤	0.10
硫酸根(SO_4^{2-})/%	≤	0.05
熔点/℃		560～580

【用途】 用作杀虫剂，也用于陶瓷、玻璃工业及铝钎焊。

【制法】 合成法：将无水氢氟酸与氢氧化铝反应，生成氟铝酸，然后在高温下与氢氧化钾反应，再经过滤、烘干、熔融、破碎，制得氟铝酸钾产品。其反应式如下：

$$6HF + Al(OH)_3 \longrightarrow AlF_3 \cdot 3HF + 3H_2O$$

$$AlF_3 \cdot 3HF + 3KOH \longrightarrow K_3AlF_6 + 3H_2O$$

【安全性】 用内衬聚乙烯薄膜袋的麻袋或编织袋包装，每袋净重 50kg。应贮存在通风、干燥的库房中，严防潮湿。勿与食品或酸类共贮混运。失火时可用水、砂土和四氯化碳灭火器扑救。

【生产单位】 常熟市金星化工有限公司，湖南湘铝有限责任公司，焦作市多氟多化工有限公司，磐安县渠成氟化有限公司。

Ah024 氟铝酸钠

【别名】 人造冰晶石；氟化铝钠

【英文名】 sodium fluoroaluminate；sodium aluminium fluoride

【结构式】 Na_3AlF_6

【分子量】 209.94

【物化性质】 无色单斜晶系结晶，外观近似立方体，纯品为无色，常因含杂质而呈灰白色、淡黄色、淡红色、黑色。常呈不可分割的致密块体，其光泽透明脂润，条纹为白色，具有玻璃光泽。相对密度 2.9～3.0，熔点 1000℃。易吸水受潮，微溶于水，水溶液呈酸性，遇硫酸即分解放出剧毒的氟化氢气体！

【质量标准】 国家标准《冰晶石》GB/T

4291—2007

外观：粉状或颗粒状。

牌号	化学成分(质量分数)/%									物理指标
	≥			≤						
	F	Al	Na	SiO_2	Fe_2O_3	SO_4^{2-}	CaO	P_2O_5	湿存水	烧减量
CH-0	52	12	33	0.25	0.05	0.6	0.15	0.02	0.20	2.0
CH-1	52	12	33	0.36	0.08	1.0	0.20	0.03	0.40	2.5
CM-0	53	13	32	0.25	0.05	0.6	0.20	0.02	0.20	2.0
CM-1	53	13	32	0.36	0.08	1.0	0.60	0.03	0.40	2.5

注：1. 数值修约比较按 GB/T 1250 第 5.2 条规定进行，修约数位与表中所列极限数位一致。
2. 表中规定的各指标，需方如有特殊要求，可由供需双方协商解决。

【用途】 主要用作炼铝的助熔剂、农作物的杀虫剂、陶瓷釉药的熔融剂及乳白剂；也用于制造乳白玻璃，还可作铝合金、铁合金和沸腾钢生产中的电解液和砂轮的配料等。

【制法】

(1) 合成法 由碳酸钠溶液和氟硅酸合成氟化钠，由氟硅酸和氢氧化铝合成氟化铝，经过滤后，使之反应，合成冰晶石，再经过滤、干燥，制得冰晶石成品。反应式如下：

$$H_2SiF_6+3Na_2CO_3 \longrightarrow 6NaF+SiO_2+H_2O+3CO_2\uparrow$$

$$H_2SiF_6+2Al(OH)_3 \longrightarrow 2AlF_3+SiO_2+4H_2O$$

$$AlF_3+3NaF \longrightarrow Na_3AlF_6$$

(2) 干法 使气态氟化氢在 400～700℃通过氢氧化铝，生成氟铝酸，然后与碳酸钠高温反应，合成冰晶石，再经过滤、烘干，制得冰晶石成品。反应式如下：

$$6HF+Al(OH)_3 \longrightarrow AlF_3\cdot 3HF+3H_2O$$

$$2(AlF_3\cdot 3HF)+3Na_2CO_3 \longrightarrow 2Na_3AlF_6+3CO_2\uparrow+3H_2O$$

(3) 制铝工业回收法 在蒸汽加热下，制铝工业所得废料和氢氟酸反应，生成氟化铝，然后在蒸汽加热下与碳酸钠溶液反应，合成冰晶石，再经过滤、干燥，制得冰晶石成品。反应式如下：

$$6HF+Al(OH)_3 \longrightarrow AlF_3\cdot 3HF+3H_2O$$

$$2(AlF_3\cdot 3HF)+3Na_2CO_3 \longrightarrow 2Na_3AlF_6+3CO_2\uparrow+3H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：本品毒性作用类似于氟化物，但毒性较低，只需采取常规防护措施就可防止中毒。应注意防尘。

包装及贮运：用内衬聚乙烯薄膜袋的麻袋或编织袋包装，每袋净重 25kg 或 50kg。包装上应有明显的“有毒品”标志。

应贮存在通风、干燥的库房中，严防潮湿。勿与食品或酸类共贮混运。

有毒品。危规编号 GB 6.1 类 61520。

失火时可用水、砂土和四氯化碳灭火器扑救。

【生产单位】 焦作市多氟多化工有限公司，湖南湘铝有限责任公司。

Ah025 六氟磷酸锂

【英文名】 lithium hexafluorophosphate

【结构式】 $LiPF_6$

【分子量】 151.905

【物化性质】 白色结晶或粉末，相对密度 1.50，潮解性强；易溶于水，还溶于低浓度甲醇、乙醇、丙醇、碳酸酯等有机溶剂。暴露空气中或加热时分解。

【质量标准】 HG/T 4066—2008

项目		指标
六氟磷酸锂($LiPF_6$)/%	≥	99.9
碳酸二甲酯(DME)不溶物/%	≤	0.1
水分/%	≤	0.0020
游离酸(以 HF 计)/%	≤	0.0150
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)/%	≤	0.0010
氯化物(Cl^-)/%	≤	0.0005
铁(Fe)/%	≤	0.0010
钾(K)/%	≤	0.0001
钠(Na)/%	≤	0.0010

【用途】 锂离子电池电解质材料。

【制法】

(1) 湿法　该方法是将锂盐溶于无水氢氟酸中形成 LiF·HF 溶液，然后通入 PF_5 气体进行反应生产六氟磷酸锂结晶。经分离、干燥得到产品。

(2) 干法　该方法是将 LiF 用无水 HF 处理，形成多孔 LiF，然后通入 PF_5 气体进行反应，从而得到产品。

(3) 溶剂法　该方法是使锂盐与氟磷酸的碱金属盐、铵盐或有机胺盐在有机溶剂中反应、结晶，从而制取六氟磷酸锂产品。

【危险性】

毒性及防护：六氟磷酸锂在空气中由于水蒸气的作用而迅速分解，放出 PF_5 而产生白色烟雾。对眼睛、皮肤，特别是对肺部有侵蚀作用。

包装及贮运：用 1kg、5kg、10kg 氟化桶包装或根据用户要求。包装要密封、干燥、防潮。

【生产单位】 天津金牛电源材料有限责任公司，多氟多化工股份有限公司，广州天赐高新材料股份公司，江苏九九久科技股份有限公司。

Ah026 氟化锶

【英文名】 strontium fluoride

【结构式】 SrF_2

【分子量】 125.63

【物化性质】 白色粉末，微溶于水，溶于盐酸，不溶于氢氟酸、乙醇和丙酮。属立方晶系，在空气中稳定，可被强酸分解。密度 4.24，熔点 1473℃，沸点 2489℃。在空气中温度>1000℃时转化为氧化锶。

【质量标准】

1. 参考标准

项目		指标
含量(SrF_2)/%	≥	96.0
氟化钡(BaF_2)/%	≤	3.0
二氧化碳(CO_2)/%	≤	0.50
硫(S)/%	≤	0.10
氯化物(Cl^-)/%	≤	0.03
磷(P)/%	≤	0.020
汞(Hg)/%	≤	10ppm

2. 参考标准

名称		优级品	一级品
含量(SrF_2)/%	≥	97.0	96.0
氟化钡(以 Ba 计)/%	≤	0.5	2.0
氯化物(Cl^-)/%	≤	0.02	0.04
硫(S)/%	≤	0.1	0.1
磷(P)/%	≤	0.01	0.01
汞(Hg)/%	≤	0.001	0.001
二氧化碳(CO_2)/%	≤	0.4	0.4

【用途】 可用于制造光学玻璃及激光用单晶。还可用于制药工业和日用化学工业，如用于牙膏防龋齿添加剂、焊剂等。

【制法】 将碳酸锶与水调成浆液，逐渐加入 40% 的氢氟酸中反应，控制中点 pH 值，至保持不变为止。产物经过滤、干燥、粉碎，即为氟化锶成品。其反应式如下：

$$SrCO_3 + 2HF \longrightarrow SrF_2 + CO_2\uparrow + H_2O$$

【安全性】 塑料编织袋内衬塑料袋，每袋净重 25kg，或每集装袋净重 1000kg。应

贮存在通风、干燥的库房中，勿与酸类共贮混运。装卸时应轻拿轻放，防止包装破损。

属无机有毒物品，危规编号 GB 6.1 类 61513。接触皮肤时用水洗净。侵入眼内时以温水冲洗。误食中毒用 2%氯化钙洗胃，静脉注射葡萄糖酸钙。

操作时应穿工作服，戴防护口罩、乳胶手套，防止吸入氟化铝粉尘。生产设备要密闭，车间通风良好。制酸过程中对氢氟酸的防护参见氢氟酸；对氟化锶的防护也可参考氟化钡。

【生产单位】 河北雄威化工股份有限公司，中海油天津化工研究设计院，常熟市金星化工有限公司，重庆华琦精细化工有限公司。

Ai 碘化物

碘化合物系列包括碘、碘化铵、结晶碘化钙、碘化钾、碘化银、碘化钠、碘酸钾、高碘酸钠等 18 个品种。其中碘是制造碘化钾、碘化钠等无机电化合物的基本原料。

碘化合物产品主要应用于医药工业、胶片感光材料工业、农业和家禽业、食品工业等部门，是国民经济发展不可缺少的重要产品。

世界碘的供给国以日本为主，在 1980 年保持年产量为 7000t，其次为智利，主要来自硝酸钾的副产，1988 年产量为 3900t。

工业上制碘的原料有天然硝石矿（智利硝石）、石油钻井水、天然气钻井水和地下卤水、海带、晒盐苦卤及磷矿和钾盐矿的副产。日本主要以天然气钻井水和石油钻井水为原料提取碘，智利由天然硝石矿制硝酸钠副产碘。我国目前主要从海带浸出液及井盐卤水中提碘。

迄今，我国除从海带浸出液中用离子交换法提碘外［此法由于收率不高，需淡干海带（含 I_2 0.5%）308t 才提取碘 1t］，还从含碘制盐母液中用空气吹出法提碘。从含碘磷矿生产磷肥过程中回收碘的方法虽然进行了试验，但尚未工业化。从目前来看产量较低，还需进口，提供廉价碘是发展碘化合物的关键。今后，除应寻找新的含碘资源之外，还应积极开展对现有工业价值的含碘资源的开发研究，力求降低碘的生产成本，这样才能为碘化合物生产提供原料，创造有利条件。目前开展的从海带浸出液中提高碘收率的研究以及探讨如何降低生产成本有现实的重要意义。

Ai001 碘

【英文名】 iodine

【结构式】 I_2

【分子量】 253.809

【物化性质】 带有金属光泽的紫黑色鳞晶或片晶。性脆，易升华，蒸气呈紫色。具有特殊刺激臭。相对密度 4.93（20/4℃），熔点 113.5℃，沸点 184.35℃。微溶于水，溶解度随温度升高而增加，不形成水合物，难溶于硫酸；易溶于有机溶剂，在不饱和烃、甲醇、乙醇、乙醚、丙酮、吡啶中呈褐色，在苯、甲苯、二甲苯中呈褐红色，在氯仿、石油醚、二硫化碳或四氯化碳中呈美丽的紫色。碘也易溶于氯化物、溴化物；更易溶于碘化物溶液，形成多碘离子。液碘是一种

良好的溶剂，可溶解硫、硒、铵和碱金属碘化物、铝、锡、钛等金属碘化物。对金属有腐蚀性。有毒！

【质量标准】 国家标准《化学试剂碘》GB/T 675—2011

名称	分析	化学
I_2含量质量分数/% ≥	99.8	99.5
蒸发残渣质量分数/% ≤	0.005	0.02
氯及溴化物(以Cl^-计)质量分数/% ≤	0.005	0.01

【用途】 是制造无机碘化物和有机碘化物的基本原料，主要用于医药卫生方面，用以制造各种碘制剂、杀菌剂、消毒剂、脱臭剂、镇痛剂和放射性物质的解毒剂。是制农药的原料，亦是家畜饲料添加剂。工业上用于合成染料、烟雾灭火剂、照相感光乳剂和切削油乳剂的抑菌剂。用于制造电子仪器的单晶棱镜、光学仪器的偏光镜，能透过红外线的玻璃。用于皮革和特种肥皂。在有机合成反应的甲基化、异构化和脱氢反应中，碘是良好的催化剂。还用作烷烃和烯烃的分离剂。用作松香、妥尔油及其他木材制品的稳定剂。也用作高纯度锆、钛、铪、硅和锗的提炼剂。

【制法】

（1）离子交换法 将海带加13～15倍量的水浸泡两遍，浸泡液含碘量达0.5～0.55g/L。因浸泡液含有大量褐藻糖胶和其他杂质，需加碱除去，加入36%～40%液碱，经充分搅拌，使pH为12，澄清8h以上。上部清液送至酸化槽，加入盐酸调节pH在1.5～2，然后送入氧化罐，通氯气进行氧化使碘游离，通过717号离子交换树脂吸附，加入亚硫酸钠解吸，把得到的含碘解吸液加入氯酸钾、硫酸后使碘析出，将粗碘加热至150℃以上，加入浓硫酸进行熔融精制，经冷却结晶、粉碎，制得碘成品。其反应式如下：

$$2I^- + Cl_2 \longrightarrow I_2 + 2Cl^-$$

$$SO_3^{2-} + I_2 + H_2O \longrightarrow SO_4^{2-} + 2H^+ + 2I^-$$

$$ClO_3^- + 6I^- + 6H^+ \longrightarrow 3I_2 + 3H_2O + Cl^-$$

通过离子交换柱的废碘水用以提取甘露醇。

（2）空气吹出法 将含碘制盐母液加入盐酸进行酸化，控制pH在1～2，经预热至40℃左右，送入氧化器，同时通入适量氯气，使料液中的碘离子氧化为碘分子，将此氧化液送至吹出塔，从上部均匀淋下，从吹出塔下部通入预热至40℃的空气，将碘吹出，含碘空气进入吸收塔，由塔上部喷淋下的二氧化硫水溶液吸收，并被还原生成氢碘酸。当吸收液浓度达到含碘约150g/L时，即送入碘析器，在不断搅动下，缓慢通入氯气，使碘游离沉淀，经过滤、加入浓硫酸熔融精制、冷却结晶、粉碎，制得碘成品。其反应式如下：

$$2I^- + Cl_2 \longrightarrow I_2 + 2Cl^-$$

$$I_2 + SO_2 + 2H_2O \longrightarrow 2HI + H_2SO_4$$

$$2HI + Cl_2 \longrightarrow I_2 + 2HCl$$

【安全性】

健康危害：碘蒸气强烈刺激眼睛、皮肤和呼吸器官，长时间接触碘或吸入碘蒸气，可引起咳嗽、流鼻涕、流泪、发烧、头痛、结膜炎、腮腺肿大、支气管炎、鼻炎、皮肤红斑，皮肤黏膜出现水泡。重者则发生呕吐、腹泻、尿中出现蛋白和血红蛋白。

急救措施：吸入碘蒸气时应立即离开现场，到室外呼吸新鲜空气，吸入5%硫代硫酸钠或2%碳酸氢钠溶液；再用2%碳酸氢钠溶液洗涤鼻、口、喉部。眼痛时，可用水洗涤，并滴入2～3滴盐酸可卡因。碘溅到皮肤上时应立即用硫代硫酸钠溶液洗除。经过口腔中毒时，应迅速饮服淀粉糊、牛奶、鸡蛋或稀硫代硫酸钠水溶液。

防护措施：空气中碘的最高容许浓度为1mg/m³。生产设备要求密闭，生产环境要通风良好。工人在工作时必须穿戴密

闭防护眼、长筒胶靴、胶皮围裙、乳胶手套、防毒面具及工作服。

包装方法：用棕色磨口玻璃瓶包装，以蜡封口，每瓶净重 1kg、2kg、5kg 或 10kg。用木箱装运。包装上应有明显的“腐蚀品”标志。包装操作应在暗室或红光下进行。

贮存运输：属无机腐蚀性物品。应贮存在阴凉、通风、避光的库房内。远离热源，避免与氨、碱类、松节油等接触，以免温度上升或产生爆炸。运输过程中要防雨淋和日光照射。装卸时要小心轻放，防止玻璃瓶破损。

消防措施：失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 浙江海川化学品有限公司，江西盛典科技有限公司，青岛九龙褐藻有限公司，江苏泰兴友联精细化工厂。

Ai002 氢碘酸

【别名】 碘化氢

【英文名】 hydroiodide acid; hydrogen iodide solution

【结构式】 HI

【物化性质】 氢碘酸是碘化氢水溶液。新鲜时为无色，在空气和日光下很快析出碘而带黄色至棕色。共沸混合物(56.9% HI)相对密度 1.70，沸点 127℃。商品氢碘酸分为三种：57% HI，相对密度 1.70；47% HI，相对密度 1.50；1% HI，相对密度 1.1。加 1.5% 次磷酸使其脱色，临界温度 150℃；临界压力 8.3MPa。在 −45℃ 时介电常数 3.57，电导率 8.5×10^{-10} S/cm。汽化热 19.76kJ/mol；熔化热 2.87kJ/mol。易溶于水；溶于有机溶剂。

【质量标准】 参考标准 JIS K8917—1994

指标名称	指标
氢碘酸含量/%	55～58

【用途】 有机碘化物的制造、通用试剂、医药用中间体；用作分析试剂，也用于碘化物的制备。

【制法】 将碘和赤磷分别缓慢地加入到盛有水的反应器中，在搅拌下进行反应，把反应溶液过滤后，将滤液进行蒸馏，收集 125～130℃ 的馏分，制得氢碘酸。其反应式如下：

$$2P+5I_2 \longrightarrow 2PI_5$$

$$PI_5+4H_2O \longrightarrow 5HI+H_3PO_4$$

【安全性】

危险特性：暴露在空气中可发生氧化反应。与氟、钾、硝酸、氯酸钾等剧烈反应。对大多数金属有强腐蚀性，不燃。但与氟、钾、硝酸、氯酸钾等剧烈反应。

健康危害：同盐酸一样，具有强烈刺激性，气体或蒸气能刺激眼睛和呼吸系统，液体能灼烧皮肤。

急救措施：吸入蒸气的患者立即脱离污染区，安置休息并保暖。若不慎溅入眼睛，立即用大量水冲洗 15min。皮肤接触立即用大量水冲洗。误服立即漱口，即刻送医院救治。

防护措施：操作人员必须穿戴耐酸防护服和劳保用具。

包装方法：玻璃瓶或塑料桶（罐）外普通木箱或半花格木箱；磨砂口玻璃瓶或螺纹口玻璃瓶外普通木箱。

贮存运输：危规编号，酸性腐蚀品，GB 8.1 类 81019。UN No.1787，IMDG CODE 8.1 类。贮存于通风、干燥的库房内，避免阳光直照，远离热源和火种，与氰化物、碱类、氧化剂隔离贮存。操作人员必须穿戴耐酸防护服和劳保用具，装卸时要轻拿轻放，防止容器受损。起运时包装要完整，装载应稳妥。运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与氧化剂、碱类、食用化学品等混装混运。运输时运输车辆应配备泄漏应急处理设备。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。公路运输时要

按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。
消防措施：失火时，消防人员必须穿戴耐酸全身防护服。火场中如有氢碘酸存在，可用碱性物质如碳酸氢钠、碳酸钠、消石灰中和。小量氢碘酸着火亦可用干砂、二氧化碳灭火器扑救。
【生产单位】 江苏省金坛市西南化工研究所，四川省精细化工研究设计院，常州中集化工有限公司。

Ai003 碘化铵

【英文名】 ammonium iodide
【结构式】 NH_4I
【分子量】 144.94
【物化性质】 无色立方晶系结晶或白色结晶性粉末。无臭、味咸，相对密度2.514(25/4℃)。溶于水，易溶于乙醇、丙酮、氨，微溶于乙醚。具有潮解性和感光性，遇光和空气能析出游离碘而呈黄色甚至褐色。551℃升华。碘化铵水溶液易被氧化分解，同时析出碘变为黄色。
【质量标准】 化工企业标准（自贡市金典化工有限公司）Q/70890657-X.4—2009

指标名称		指标	
		分析纯	化学纯
碘化铵(NH_4I)/%	≥	99	98
水不溶物/%	≤	0.005	0.01
灼烧残渣/%	≤	0.005	0.02
碘酸盐及碘(以 IO_3^- 计)/%	≤	0.003	0.01
铁(Fe)/%	≤	0.0001	0.0003
氯化物(Cl^-)/%	≤	0.01	0.02
澄清度试验		合格	合格

【用途】 是制造无机碘化物的原料。可作照相胶卷和底版的感光乳剂，医药工业用于制造祛痰剂和利尿剂，也用作化学分析试剂。
【制法】 中和法：将碘和赤磷加入盛有水的反应器中，在搅拌下进行反应，把反应溶液经仔细过滤后，进行蒸馏，收集125～130℃的馏分，得到氢碘酸，通入氨气使氢碘酸全部被中和至pH值8～9时，停止通入氨气。把溶液过滤后，进行水浴真空蒸发，直至结晶大部分析出。经冷却、离心分离、在50～60℃干燥，制得碘化铵成品。其反应式如下：

$$HI + NH_3 \longrightarrow NH_4I$$

如果成品颜色发黄，可用酒精洗涤处理。
【安全性】
毒性及防护：参见碘。
包装方法：用棕色玻璃瓶包装，每瓶净重0.5kg。外用木箱集装运输，每箱内装10瓶。包装操作应在暗室或红光下进行。
贮存运输：应贮存在阴凉、避光、干燥的库房内，瓶口必须密封。运输过程中要防雨淋和日光照射。装卸时要小心轻放，严禁撞击、震动，防止玻璃瓶破损。
消防措施：失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。
【生产单位】 杭州维康科技有限公司，浙江金鼎化工有限公司，浙江海川化学品有限公司，自贡市金典化工有限公司。

Ai004 结晶碘化钙

【英文名】 calcium iodide，crystalline
【结构式】 $CaI_2 \cdot 6H_2O$
【分子量】 401.98
【物化性质】 无色或黄白色结晶或粉末，味苦，具潮解性。相对密度2.55，熔点42℃(分解)，沸点160℃。易溶于水，微溶于乙醇、丙酮。其水溶液呈中性，溶于酸而分解游离出碘或生成氢碘酸。与碘化铵共同在碘化氢或干燥氮气流中加热脱水，可制得无水碘化钙。
【质量标准】 参考标准 Q/70890657-X.5—2003（自贡市金典化工有限公司）

指标名称		标准
结晶碘化钙($CaI_2 \cdot 4H_2O$)/%	≥	99
含量(以碘计)/%	≥	68.5
硫酸盐/%	≤	0.10
碘酸盐		合格
氯化物/%	≤	0.5

【用途】 主要用作医药，是碘化钾的代用品。用作照相胶卷的感光乳剂，用作碘化氢的干燥剂。消防工业用于配制灭火剂，也用于制造矿泉水。

【制法】

(1) 直接合成法　按碘∶硫酸∶硫化钠∶氧化钙∶蒸馏水＝1∶0.75∶0.75∶1∶3.3的质量配比，先将硫化钠加水制成30%的溶液，然后在搅拌下滴入50%稀硫酸，至呈微酸性（pH＝6），生成的硫化氢气用蒸馏水洗涤。

将碘加入蒸馏水，边搅拌边通入硫化氢，吸收器外用水冷却，压力保持在0.049MPa以下，吸收温度25～30℃，使碘完全溶解，并与硫化氢反应，生成乳白色碘化氢溶液，过滤后再加入预制好的氢氧化钙至呈碱性（pH7.5～8），经过滤，得到碘化钙溶液。加入活性炭进行脱色，过滤，加热至200℃进行浓缩，然后用水稀释至相对密度1.54，静置过夜。过滤，再加热至218～230℃蒸发浓缩，急速用冰水冷却（速度宜快，否则变黄），破碎后，制得碘化钙成品。其反应式如下：

$$H_2S + I_2 \longrightarrow 2HI + S$$

$$2HI + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaI_2 + 2H_2O$$

残渣用适量的蒸馏水洗涤两次，洗涤液和滤液合并后进行精制。

(2) 碘化亚铁法　将蒸馏水加入反应器中，在搅拌下加入已清除油污的铁屑，分次加入碘，反应过程中控制温度不超过40℃，直至碘完全溶解，然后加入蒸馏水，缓慢加热至沸，使碘和铁屑充分反应。然后分次加入消石灰至pH值为14。再加热至沸，搅拌1h，使碘化亚铁和氢氧化钙充分反应，生成碘化钙。冷却至50℃放料，经离心分离后得到滤液，再将滤饼与一倍量的水混合、煮沸，经冷却、离心分离，把两次滤液合并后进行精制。滤液用氢碘酸调节pH至2～3，于220～230℃下蒸发浓缩、冷却、破碎，制得碘化钙成品。其反应式如下：

$$I_2 + Fe \longrightarrow FeI_2$$

$$FeI_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaI_2 + Fe(OH)_2$$

【安全性】

毒性及防护：参见碘。

包装及贮运：用棕色玻璃瓶包装，每瓶净重0.5kg。外用木箱集装运输，每箱内装10瓶。包装操作应在暗室或红光下进行。应贮存在阴凉、避光、干燥的库房内。瓶口必须密封。不得与有毒物品共贮混运。运输时要防雨淋和日光照射。装卸时要小心轻放，严禁震动、撞击，防止玻璃瓶破损。

消防措施：失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 自贡市金典化工有限公司，上海恒信化学试剂有限公司，青岛华尔威化工有限公司。

Ai005 化学试剂碘化钾

【别名】 钾碘

【英文名】 potassium iodide

【结构式】 KI

【分子量】 166.00

【物化性质】 无色或白色立方晶体，无臭，有浓苦咸味。相对密度3.13，熔点681℃，沸点1330℃。易溶于水，溶于乙醇、甲醇、丙酮、甘油和液氨，微溶于乙醚。其水溶液呈中性或微碱性。在湿空气中易潮解。遇光和空气能析出游离碘而呈黄色，在酸性水溶液中更易变黄。碘化钾是碘的助溶剂，在溶解时，与碘

生成三碘化钾，并且三者处于平衡状态。

【质量标准】 国家标准 GB/T 1272—2007

名称	优级纯	分析纯	化学纯
KI 含量质量分数/%	≥99.5	≥99.0	≥98.5
pH(50g/L 溶液,25℃)	6.0～8.0	6.0～8.0	6.0～8.0
澄清度试验/号	≤2	≤3	≤5
水不溶物质量分数/%	≤0.005	≤0.01	≤0.02
碘酸盐及碘(以 IO_3^- 计)质量分数/%	≤0.0003	≤0.002	≤0.005
氯化物及溴化物(以 Cl^- 计)质量分数/%	≤0.01	≤0.02	≤0.05
硫酸盐(SO_4^{2-})质量分数/%	≤0.002	≤0.005	≤0.01
磷酸盐(PO_4^{3-})质量分数/%	≤0.001	≤0.002	—
总氮量(N)质量分数/%	≤0.001	≤0.002	≤0.002
钠(Na)质量分数/%	≤0.05	≤0.1	—
镁(Mg)质量分数/%	≤0.001	≤0.002	≤0.005
钙(Ca)质量分数/%	≤0.001	≤0.002	≤0.005
铁(Fe)质量分数/%	≤0.0001	≤0.0003	≤0.0005
砷(As)质量分数/%	≤0.00001	≤0.00002	—
钡(Ba)质量分数/%	≤0.001	≤0.002	≤0.004
重金属(以 Pb 计)质量分数/%	≤0.0002	≤0.0005	≤0.001
还原性物质	合格	合格	—

【用途】 常用作分析试剂，也用于照相用感光乳化剂的配制、制药工业，是制造碘化物和染料的原料。

【制法】 甲酸还原法：将工业级碘片加入带搅拌的反应器，加入水，在搅拌下缓慢加入相对密度1.3左右的氢氧化钾溶液使其反应完全。反应溶液呈紫褐色，pH 值为5～6时，容器中出现部分碘酸钾结晶。在溶液中缓慢地加入甲酸，还原碘酸钾。经甲酸还原后的溶液再加入苛性钾，调节 pH 值9～10。通入蒸汽，保温1～2h。静置，过滤除去不溶物，得到清亮滤液，经蒸发浓缩至大部分结晶析出，再经冷却结晶、离心分离，将结晶在110℃干燥，制得碘化钾成品。其反应式如下：

$$6KOH+3I_2 \longrightarrow 5KI+KIO_3+3H_2O$$

$$KIO_3+3HCOOH \longrightarrow KI+3H_2O+3CO_2$$

【安全性】

毒性及防护：参见碘。

包装及贮运：用棕色磨口玻璃瓶包装，用蜡封口，每瓶净重0.5kg、1.0kg。用木箱集装运输，每箱内装10瓶。或用内衬塑料袋的铁桶包装，每桶净重50kg。包装操作应在暗室或红光下进行。应贮存在阴凉、避光、干燥的库房内。瓶口必须密封。不得与有毒品共贮共运。运输时要防雨淋和日光照射。装卸时要小心轻放，严禁振动、撞击，防止包装破损。

消防措施：失火时，可用水、砂土及各种灭火器扑救。

【生产单位】 西安三浦化学试剂有限公司，青岛华尔威化工有限公司，郑州诚旺化工产品责任有限公司。

Ai006 食品添加剂碘化钾

【英文名】 potassium iodide for food additive

【结构式】 KI

【分子量】 166.00

【物化性质】 参见碘化钾。

【质量标准】 国家标准 GB 29203—2012

项目		指标
碘化钾(KI)含量(以干基计)质量分数/%		99.0～101.5
干燥减量质量分数/%	≤	1
碘酸盐/(mg/kg)	≤	4
铅(Pb)/(mg/kg)	≤	4
硝酸盐、亚硝酸盐和氨		通过试验
硫代硫酸盐和钡		通过试验
pH(10g/L 溶液)		6～10

【用途】 在食品工业中用作营养增补剂(碘质强化剂)。

【制法】

(1) 甲酸还原法　参见碘化钾，所不同的是，要加入除砷剂和除重金属剂进行溶液净化。

(2) 铁屑还原法　将理论量的 100%～103%苛性钾加入盛有蒸馏水的反应器中，在搅拌下分次加入定量碘，于 80～90℃保温搅拌反应约 1h，反应液为棕色，pH 值为 6～7 时，出现碘酸钾结晶。将反应液降温至 30℃以下，加入铁屑使碘酸钾还原成碘化钾。开始反应剧烈，待反应缓和后，加热煮沸，继续搅拌反应 1～2h，然后用 10%苛性钾溶液调节 pH 值为 8，加入除砷剂和除重金属剂进行溶液净化，静置，过滤，除去砷和重金属等杂质，将滤液蒸发浓缩析出结晶，再经冷却结晶、离心分离、干燥，制得食用碘化钾成品，其反应式如下：

$$3I_2 + 6KOH \longrightarrow 5KI + KIO_3 + 3H_2O$$

$$KIO_3 + 3Fe + 3H_2O \longrightarrow KI + 3Fe(OH)_2$$

【安全性】

毒性及用量：一般公认是安全的（美国食品和药物管理局，1985 年），如食用盐中用量为 0.01%以下。

包装及贮存：参见碘化钾。

【生产单位】 湖北鑫润德化工有限公司，河南郑州骏涛化工食品添加剂有限公司，郑州文翔化工产品有限公司。

Ai007 碘化银

【英文名】 silver iodide

【结构式】 AgI

【分子量】 234.77

【物化性质】 有 α 型和 β 型两种。α 型为亮黄色六方晶体，相对密度 5.683 (30℃)，加热至 146℃即转变为 β 型；溶于氰化钾、硫代硫酸钠、碘化钾，微溶于浓氨水。β 型为橙色立方晶体；相对密度 6.010 (14.6)。熔点 558℃，沸点 1506℃；几乎不溶于水、稀酸和碳酸铵溶液，与浓氨水一起加热时，由于形成 $2AgI \cdot NH_3$ 结晶，即转变为白色。无论固体或溶液，均具有感光特性，应在棕色玻璃瓶中避光保存。

【质量标准】 参考标准 Q/YSH 10—2000 (浙江海川化学品有限公司)

项目	指标	
	分析纯	化学纯
水溶液反应	合格	合格
水中不溶物/%	≤0.05	≤0.05
氯化物(Cl^-)/%	≤0.05	≤0.1
硝酸盐(NO_3^-)	合格	
铜(Cu)	合格	合格

【用途】 碘化银和溴化银混合，可制造照相感光乳剂。在人工降雨中，用作冰核形成剂；还能防冰雹、霜冻、雪和风暴。可用作热电电池的原料。在化学反应中可作为催化剂。也用于医药工业。

【制法】 复分解法：将相对密度为 1.1 的碘化钾溶液加入反应器中，边剧烈搅拌边缓慢加入相对密度 1.1～1.2 的硝酸银溶液，直至碘化钾溶液过量约 3%，此时生成黄色碘化银沉淀，经静置、过滤、用蒸馏水洗涤，在经离心分离，在 70℃以下干燥，制得碘化银成品。其反应式如下：

$$KI + AgNO_3 \longrightarrow AgI\downarrow + KNO_3$$

以上操作应在暗室或红光下进行。过滤的母液回收，副产硝酸钾。

【安全性】
毒性和防护：参见碘。
包装及贮运：用棕色磨口玻璃瓶包装，瓶口用蜡密封，每瓶净重 0.5kg 或 1kg。装入木箱集装运输，每箱内装 10 瓶。包装操作应在暗室或红光下进行。应贮存在阴凉、避光、干燥的库房内。瓶口必须密封、防潮。运输过程中要防雨淋和日光照射。装卸时要小心轻放，严禁震动、撞击，防止瓶破。
消防措施：失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。
【生产单位】 浙江海川化学品有限公司，浙江德清县银苑化工有限公司，上海诺泰化工有限公司，衢州市瑞尔丰化工有限公司。

Ai008 碘化钠

【英文名】 sodium oidide
【结构式】 NaI
【分子量】 149.89
【物化性质】 无色立方晶体或白色结晶性粉末，无臭、味咸苦。相对密度 3.667 (25℃)，熔点 661℃，沸点 1304℃。易溶于水，溶于甲醇、乙醇、丙酮、甘油、液氨和液体二氧化硫，水溶液呈微碱性。当温度低于 65.6℃时，在水溶液中形成含水分子数目不定的各种水合物。在室温下，由溶液析出二水合碘化钠；在−13.5～31.5℃时，可析出五水合碘化钠。具有还原性，可被一般氧化剂氧化而游离出碘。具潮解性，在湿空气中吸收水分而结块。与空气接触，能使碘游离析出，渐呈棕色。
【质量标准】 参考标准 Q/YSH 06—2000 (浙江海川化学品有限公司)

项目	指标	
	分析纯	化学纯
含量/% ≥	99.0	98.5
澄清度	合格	合格
氯化物及溴化物/%	≤0.03	≤0.10
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤0.01	≤0.05
磷酸盐(PO_4^{3-})/%	≤0.05	—
碘酸盐(IO_3^-)	合格	合格
硫代硫酸盐($S_2O_3^{2-}$)	合格	合格
重金属(Pb)/%	≤0.0005	≤0.002
铁(Fe)/%	≤0.0005	≤0.002
钡(Ba)/%	≤0.001	—
钙及镁(Ca+Mg)/%	≤0.005	≤0.015
氮化合物(N)/%	≤0.002	—
游离碱(Na_2CO_3)/%	≤0.02	≤0.05

【用途】 是制造无机电化物的原料。在医药上用作祛痰剂和利尿剂，也用于治疗甲状腺肿病。可用作照相胶片感光剂、碘的助溶剂，也用于配制碘乳剂。
【制法】
(1) 八碘化三铁法 按碘∶铁屑＝3.3∶1 的质量比，先将洗净的铁屑加入反应器内，再加水，加水量与铁屑质量比为 7∶1。分批加入碘片，由于碘和铁反应时产生大量的热，在反应器外需要冷水冷却，使其温度低于 65℃。加入碘片后溶液呈深红棕色，待溶液呈淡绿色后，加入第二批碘，过滤出其铁屑，再加入碘反应生成八碘化三铁。在容器中加入碳酸氢钠溶液，在搅拌下缓慢加入八碘化三铁进行反应，此时有二氧化碳气体逸出。反应溶液经静置，吸出上层清液，蒸发浓缩至 70～72°Bé，趁热过滤，经冷却结晶、离心分离、干燥，制得碘化钠成品。其反应式如下：

$$Fe + I_2 \longrightarrow FeI_2$$

$$3FeI_2 + I_2 \longrightarrow Fe_3I_8$$

$$Fe_3I_8 + 8NaHCO_3 \longrightarrow 8NaI + Fe_3O_4 + 4H_2O + 8CO_2\uparrow$$

(2) 铁屑还原法 取理论量的 100%～103%烧碱，加水稀释成 10%溶液，于反应器中加热至 60～80℃，在搅拌下分次加入定量碘，于 80～90℃保温搅拌反应约 1h，

反应液为棕色，pH 值为 6～7，同时有碘酸钠的白色结晶析出。将反应液降温至 30℃以下，加入 2 倍于理论量的铁屑使碘酸钠还原成碘化钠。开始反应较剧烈，待反应缓和后，加热煮沸，继续搅拌反应 1～2h，然后用 10%烧碱溶液调节 pH 值为 8，煮沸 30min，经冷却、静置过滤，将无色透明滤液蒸发浓缩，析出结晶，再趁热过滤，干燥，制得碘化钠成品。其反应式如下：

$$3I_2+6NaOH \longrightarrow 5NaI+NaIO_3+3H_2O$$

$$NaIO_3+3Fe+3H_2O \longrightarrow NaI+3Fe(OH)_2$$

【安全性】

毒性和防护：参见碘。

包装及贮存：用黑棕色磨口玻璃瓶包装，瓶口用蜡密封，每瓶净含量 0.5kg 或 1kg。用木箱集装运输，每箱内装 10 瓶，应在暗室或红光下包装。应贮存在阴凉、避光、干燥的库房内。瓶口必须密封，注意防潮。运输过程中要防雨淋和日光照射。装卸时要小心轻放，严禁震动、撞击，防止包装瓶破碎。

消防措施：失火时，可用水、砂土和各类灭火器扑救。

【生产单位】 浙江海川化学品有限公司，青岛华尔威化工有限公司，自贡市金典化工有限公司，吴江市荣诚化工有限公司。

Ai009 碘化钙

【英文名】 calcium iodide

【结构式】 CaI_2

【分子量】 293.887

【物化性质】 无色或黄白色粉末，易潮解，暴露于空气中释放出 I_2 和吸收二氧化碳变成黄色。相对密度 4.0（25℃），熔点 779℃，沸点 1100℃。极易溶于水、甲醇、乙醇、丙醇；不溶于乙醚，熔化热 41.8kJ/mol。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
碘化钙(CaI_2)/% ≥	99.5

【用途】 用于制止咳药。

【制法】 加热脱水法：将六水洁净碘化钙在干燥氮气流中加热脱水，经即冷却、粉碎，制得无水碘化钙。其反应式如下：

$$CaI_2 \cdot 6H_2O \xrightarrow{\triangle} CaI_2+6H_2O$$

【安全性】

毒性和防护：参见碘。

包装及贮存：用黑棕色磨口玻璃瓶包装，瓶口用蜡密封，每瓶净含量 0.5kg。木箱集装内衬垫料运输，每箱内装 10 瓶，应在暗室或红光下包装。应贮存在阴凉、避光、干燥的库房内。包装必须密封，注意防潮。不得与有毒物品和易燃物品共贮混运，运输过程中要防雨淋和日光照射。搬运时要轻装轻卸，严禁震动、撞击，防止包装瓶破碎。

消防措施：失火时，可用水、砂土和各类灭火器扑救。

【生产单位】 北京北化精细化学品有限公司，自贡市金典化工有限公司，衢州明锋化工有限公司。

Ai010 碘化汞

【别名】 碘化高汞；二碘化汞；红色碘化汞

【英文名】 mercuric iodide

【结构式】 HgI_2

【分子量】 454.399

【物化性质】 猩红色无臭、几乎无味的重质粉末。对光敏感，相对密度 6.28（25℃），熔点 259℃，沸点 354℃，汽化热 59.2kJ/mol，熔化热 18.90kJ/mol；在 130℃时由红色转变成黄色。蒸气压 133.3Pa（157.5℃）。遇三氟化氯、金属钾、金属钠剧烈反应。极易溶于水，易溶于碘化碱金属、硫代硫酸钠溶液，溶于乙醚、丙酮、甘油、氯仿、醋酸乙酯。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
碘化汞(HgI_2)(干基计)/% ≥	99.0
在碘化钾溶液中的溶解度	通过试验
亚汞的汞(以 Hg 计)/% ≤	0.1
可溶性汞盐(以 Hg 计)/% ≤	0.05

【用途】 医药上用作防腐剂，对生病皮肤消毒。是一种化学试剂。

【制法】 复分解法：将碘化钾溶液加入反应器中，边搅拌缓慢加入氯化汞溶液进行复分解反应，生成碘化汞和氯化钾，经静置、过滤，用蒸馏水洗涤，再经离心分离、干燥，制得碘化汞成品。其反应式如下：

$$HgCl_2 + 2KI \longrightarrow HgI_2 + 2KCl$$

【安全性】

毒性：高毒性。

急性毒性：大鼠经口 LD_{50}：18mg/kg。大鼠经皮 LD_{50}：75mg/kg。

危险特性：受热分解放出有毒的碘化物烟气。与三氟化氯、金属钾、金属钠剧烈反应。

健康危害：如吸入、口服或经皮肤吸收可致死。对眼睛、呼吸道黏膜和皮肤有强烈刺激性。汞及其化合物主要引起中枢神经系统损害及口腔炎，引起中毒性肾病。口服引起腐蚀性胃肠炎，可引起接触性皮炎。其他参见硝酸汞。

急救措施：吸入时迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅；如呼吸困难，给输氧，如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。食入者催吐，用清水或 2%碳酸氢钠溶液洗胃（忌用生理盐水），给饮牛奶或蛋清，就医。

防护措施：作业工人应该佩戴头罩型电动送风过滤式防尘呼吸器。必要时，佩戴隔离式呼吸器。穿连衣式胶布防毒衣，戴橡胶手套。工作现场禁止吸烟、进食和饮水。

包装方法：用棕色玻璃瓶包装，每瓶净含量 0.5kg。再集中木箱内衬垫料，每箱内装 10 瓶。包装上应有明显的“毒害品”标志。

贮存运输：危规编号：毒害品 GB 6.1 类 61030。剧毒 GA 58—93B1093 UN No.1638；IMDG CODE（2004 版第 2 卷）6.1 类。运输前应先检查包装容器是否完整、密封，运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与酸类、氧化剂、食品及食品添加剂混运。运输车辆应配备泄漏应急处理设备。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。

消防措施：本品不燃。消防人员必须穿全身防火防毒服，在上风向灭火。可用雾状水、砂土灭火。

【生产单位】 青岛海博生物技术有限公司，广州化学试剂厂，成都西亚试剂有限公司，自贡市金典化工有限公司，贵州红菱汞业有限公司。

Ai011 碘酸钙

【英文名】 calcium iodate

【结构式】 $Ca(IO_3)_2$

【分子量】 389.883

【物化性质】 白色粉末或单斜菱形结晶，六水物为正交结晶，相对密度 4.519，熔点 540℃以上稳定，对还原剂灵敏。极微溶于水，溶于硝酸，更多溶于碘化物和氨基酸溶液；不溶于醇。与可燃物混合经撞击、摩擦会着火或爆炸。与铝、砷、碳、铜、金属硫化物、还原剂、磷、硫或有机物接触形成爆炸性混合物。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
碘酸钙[$Ca(IO_3)_2$]/% ≥	99.0

【用途】 饲料工业作预混饲料的碘系添加剂，食品工业作品质增强剂、防腐剂；医药工业配制漱口剂、碘仿代用品及营养药品微量元素添加剂；还可作脱臭剂。

【制法】 将氯气通入含溶解碘的石灰溶液中加热进行反应，生成碘酸钙和氯酸钙反

应溶液，过滤，除去氯酸钙，滤液经精制后过滤，滤液经蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离、干燥，制得碘酸钙。

【安全性】

毒性：本品有毒。

危险特性：无机氧化剂，与可燃物形成爆炸性混合物。能与铝、砷、铜、碳、金属硫化物、有机物、磷、硒、硫剧烈反应。受热分解放出有毒的碘化物烟气。

健康危害：对眼睛、皮肤、黏膜有强刺激作用。

急救措施：吸入时迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。误服者用水漱口，给饮牛奶或蛋清，就医。

防护措施：作业工人应该佩戴头罩型电动送风过滤式防尘呼吸器。必要时，佩戴隔离式呼吸器。穿连衣式胶布防毒衣，戴橡胶手套。工作现场禁止吸烟、进食和饮水。

包装方法：用棕色广口玻璃瓶包装，每瓶净含量 0.5kg。再集中于木箱内衬垫料运输，每箱内装 10 瓶。包装应在暗室或红光下进行。

贮存运输：危规编号：氧化剂 GB 5.1 类 51517。MDG CODE（2004 版第 2 卷）5.1 类。应贮存在阴凉、避光、干燥的库房内。包装必须密封，注意防潮。不得与有毒物品和易燃物品共贮混运，运输过程中要防雨淋和日光照射。搬运时要轻装轻卸，严禁震动、撞击，防止包装瓶破碎。

消防措施：失火时，可用水、砂土和各类灭火器扑救。

【生产单位】 温州市化学试剂有限公司，青岛金海碘化工有限公司，厦门仁驰化工有限公司。

Ai012 饲料级碘酸钙

【英文名】 calcium iodate for feed

【结构式】 $Ca(IO_3)_2 \cdot 6H_2O$

【分子量】 497.98

【物化性质】 无色斜方结晶或白色结晶，无臭，沸点 783℃，相对密度 2.55。溶于硝酸，微溶于水，不溶于醇。在 40℃ 失去 6 个结晶水变成无水物。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2418—2011

项目	指标
碘酸钙[以 $Ca(IO_3)_2 \cdot H_2O$ 计] 质量分数/%	99.32～101.0
(以 I 计)质量分数/%	61.8～62.8
重金属(以 Pb 计)质量分数/% ≤	0.001
砷(As)质量分数/% ≤	0.0005
氯酸盐	通过试验
细度(通过 180μm 试验筛的质量分数)/% ≥	95

【用途】 饲料工业作预混饲料的碘系添加剂。

【制法】 复分解法：将碘酸钾加入盛有蒸馏水的反应器中，在搅拌下缓慢加入硝酸钙溶液进行反应，生成碘酸钙和硝酸钾反应溶液，过滤，除去硝酸钾，加入除砷剂和除重金属剂进行溶液净化，过滤，滤液经蒸发浓缩，冷却结晶，离心分离，干燥，制得食用碘酸钙成品。其反应式如下：

$$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O + 2KIO_3 + 2H_2O \longrightarrow Ca(IO_3)_2 \cdot 6H_2O + 2KNO_3$$

【安全性】

包装方法：用棕色磨口玻璃瓶包装，瓶口用蜡密封，每瓶净含量 0.5kg 或 1kg。用木箱集装运输，每箱内装 10 瓶。包装应在暗室或红光下进行。

贮存运输：危规编号为氧化剂 GB 5.1 类 51517。IMDG CODE（2004 版第 2 卷）5.1 类。应贮存在阴凉、避光、干燥的库房内。包装必须密封，注意防潮。不得与有毒物品和易燃物品共贮混运，运输过程中要防雨淋和日光照射。搬运时时要轻装

轻卸，严禁震动、撞击，防止包装瓶破碎。

消防措施：失火时，可用水、砂土和各类灭火器补救。

其他安全性：参见碘酸钙。

【生产单位】 上海艾英莱饲料科技有限公司，青岛金海碘化工有限公司，自贡市金典化工有限公司。

Ai013 化学试剂碘酸钾

【别名】 金碘

【英文名】 potassium iodate

【结构式】 KIO_3

【分子量】 214.00

【物化性质】 无色单斜晶系结晶或白色结晶粉末，无臭，相对密度3.93（25℃），熔点560℃。溶于水、稀酸、乙二胺、乙醇胺和碘化钾水溶液，微溶于液体二氧化硫，不溶于醇和氨。在酸性溶液中，碘酸钾是一种较强的氧化剂，与硫化氢、氢碘酸、二氧化硫和过氧化氢等还原性物质作用而游离出碘。水溶液可被X射线或α粒子还原为碘化物。在碱性介质中，碘酸钾能被氯气、次氯酸等更强的氧化剂氧化为高碘酸钾。其晶体具有较高的稳定性，加热至约500℃才开始分解，分解物为碘化钾和氧气。160℃以下不吸收水分。与可燃物混合，经撞击、摩擦即发生爆炸。

【质量标准】 国家标准GB/T 651—2011

名称	优级纯	分析纯
KIO_3含量质量分数/%	≥99.8	≥99.8
pH值(50g/L,25℃)	5.0～7.0	5.0～7.0
澄清度试验/号	≤2	≤3
水不溶物质量分数/%	≤0.002	≤0.005
干燥失量质量分数/%	≤0.05	≤0.1
氯化物及氯酸盐(以 Cl^- 计)质量分数/%	≤0.005	≤0.02
碘化物(I^-)质量分数/%	≤0.001	≤0.002
硫酸盐(SO_4^{2-})质量分数/%	≤0.003	≤0.01
总氮量(N)质量分数/%	≤0.002	≤0.003
钠(Na)质量分数/%	≤0.01	≤0.02
铁(Fe)质量分数/%	≤0.0002	≤0.0005
重金属(以Pb计)质量分数/%	≤0.0005	≤0.001

【用途】 配制碘酸钾标准溶液，分析锌、碘、砷。容量法分析中用作氧化剂，用于化学分析中作沉淀剂，也可用于有机合成。

【制法】 氯酸钾氧化法：将碘和氯酸钾按配料比为21∶20和水加入反应器内，用硝酸调节溶液pH1～2。在搅拌下于80～90℃时溶液沸腾1h，反应完成并逐出氯气。将溶液冷却至室温，析出碘酸氢钾结晶，经过滤，将结晶用热水溶解后，加入苛性钾中和至溶液pH值为10，再经冷却结晶、离心分离、干燥，制得碘酸钾成品。其反应式如下：

$$6I_2+11KClO_3+3H_2O \longrightarrow 6KH(IO_3)_2+5KCl+3Cl_2\uparrow$$

$$KH(IO_3)_2+KOH \longrightarrow 2KIO_3+H_2O$$

【安全性】

毒性和防护：有毒，但在治疗剂量下（60mg/d）对人体无毒害。防护措施参见碘。

包装及贮存：用螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外普通木箱包装。包装上应有明显的“氧化剂”标志，包装应在暗室或红光下进行。危规编号：51517。UN编号：1479。包装类别：Ⅱ类包装。应贮存在阴凉、通风的库房，远离火种、热源，避免光照，包装密封。应与还原剂、活性金属粉末、有机金属化合物等分开存放，切忌混贮。贮区应备有合适的材料收容泄漏物。运输时单独装运，运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。严禁与

酸类、易燃物、有机物、还原剂、自燃物品、遇湿易燃物品等并车混运。运输车辆装卸前后，均应彻底清扫、洗净，严禁混入有机物、易燃物等杂质。

灭火方法：喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、砂土。在火场中与可燃物混合会爆炸，消防人员须在有防爆掩蔽处操作。切勿将水流直接射至熔融物，以免引起严重的流淌火灾或引起剧烈的沸溅。

【生产单位】 浙江海川化学品有限公司，青岛华尔威化工有限公司，国药集团化学试剂有限公司。

Ai014 食品添加剂碘酸钾

【英文名】 potassium iodate for food

【结构式】 KIO_3

【分子量】 214.00

【物化性质】 参见碘酸钾。

【质量标准】 国家标准 GB 26402—2011

项目	指标
色泽	无色或白色
滋味、气味	无臭，味微涩
组织状态	结晶或粉末
pH(5%碘酸钾溶液)	5～8
氯酸盐(以 ClO_3^- 计)/(mg/kg) ≤	100
鉴别试验	通过检验
碘化物(以 I^- 计)/(mg/kg) ≤	20
干燥减量质量分数/% ≤	0.5
重金属(以 Pb 计)/(mg/kg) ≤	4
砷(As)/(mg/kg) ≤	3
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)/(mg/kg) ≤	50
碘酸钾(KIO_3)(以干基计)质量分数/% ≥	99.0

【用途】 用作小麦面粉处理剂、面团改质剂。食盐加碘剂，按碘酸钾（以 I 计）20mg/kg 加入。

【制法】 碘酸钾的生产方法有氯酸钾氧化法和高碘酸钾热分解法，工业生产以前者为主。

氯酸钾氧化法：参见碘酸钾，所不同的是需要除砷剂和除重金属剂净化溶液，过滤。

【安全性】 参见化学试剂碘酸钾。

【生产单位】 郑州瑞恒化工产品有限公司，连云港科信化工有限公司，郑州康源化工产品有限公司。

Ai015 碘酸钠

【英文名】 sodium iodate

【结构式】 $NaIO_3$

【分子量】 197.892

【物化性质】 白色结晶性粉末，相对密度 4.277，熔点分解。溶于水，水溶液呈中性，不溶于酒精。不燃，但能助长火势。碘酸钠与钾、钠、铝、砷、碳、铜、金属硫化物、磷、有机物、硫接触能引起剧烈反应。

【质量标准】 参考标准 Q/YSH 02—2000（浙江海川化学品有限公司）

项目	指标	
	分析纯	化学纯
$NaIO_3$含量/%	≥99.8	≥99.5
水溶液反应	合格	合格
澄清度试验	合格	合格
水不溶物/%	≤0.005	≤0.01
氯化物及氯酸盐(以 Cl^- 计)/%	≤0.025	≤0.05
碘化物(I^-)/%	≤0.005	≤0.01
硫酸(H_2SO_4)/%	≤0.005	≤0.005
氮化合物(N)/%	≤0.003	≤0.005
铁(Fe)/%	≤0.0005	≤0.001
钠(Na)/%	≤0.01	≤0.02
重金属(以 Pb 计)/%	≤0.0005	≤0.001

【用途】 防腐剂、医药消毒剂、饲料添加剂。

【制法】

(1) 电化学法　将碘化钠溶液加入电解槽进行电解氧化，制得碘酸钠溶液，经蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离、干燥，

制得碘酸钠。

（2）氯酸钾氧化法　将碘和氯酸钠按一定配料比和水加入反应器内，用硝酸调节溶液 pH 至 1～2。在搅拌下加热使溶液沸腾，反应完成并逐出氯气。将溶液冷却至室温，析出碘酸氢钠结晶，经过滤，将结晶用热水溶解后，加入苛性钠中和至溶液 pH 值为 10，再经冷却结晶、离心分离、干燥，制得碘酸钠成品。其反应式如下：

$$6I_2+11NaClO_3+3H_2O \longrightarrow 6NaH(IO_3)_2+5NaCl+3Cl_2\uparrow$$

$$NaH(IO_3)_2+NaOH \longrightarrow 2NaIO_3+H_2O$$

【安全性】

毒性和防护：有毒，但在治疗剂量下（60mg/d）对人体无毒害。防护措施参见碘。

包装方法：用棕色广口玻璃瓶包装，每瓶净含量 0.5kg 或 1kg，再集中于木箱内衬垫料运输。包装上应有明显的“氧化剂”标志，包装应在暗室或红光下进行。

贮存运输：危规编号：氧化剂，GB 5.1 类 51517。UN No.1479；IMDG CODE（2004 版第 2 卷）5.1 类。其他参见碘酸钾。

【生产单位】　浙江海川化学品有限公司，温州市化学用料厂，温州市化学试剂有限公司。

Ai016 高碘酸钠

【别名】　过碘酸钠

【英文名】　sodium periodate

【结构式】　$NaIO_4$

【分子量】　213.89

【物化性质】　无色四方晶系结晶或白色结晶性粉末，相对密度 4.174。溶于水、硫酸、硝酸和乙酸。不溶于醇。不燃，加热到 300℃分解，为强氧化剂。

【质量标准】　参考标准 Q/YSH 03－2000（浙江海川化学品有限公司）

项目	指标	
	分析纯	化学纯
$NaIO_4$含量/%	≥99.5	≥99.0
澄清度	合格	合格
碘化物/%	≤0.002	≤0.005
其他卤素(以 Cl 计)/%	≤0.001	≤0.02
钾(K)/%	≤0.01	≤0.03
锰(Mn)/%	≤0.0002	≤0.0003

【用途】　可用作氧化剂。用于陶瓷片纸、印花布、印片纸等丝网印花的制版工艺；在印刷版制造过程中，用于从印刷版底层除去不溶的聚乙烯醇层。还用于食品工业和制药业。

【制法】　氯气氧化法：将碘在水介质中通入氯气进行氧化生成高碘酸，经分离除杂后，加入氢氧化钠溶液中和至 pH2～3，生成高碘酸钠溶液，再经提纯、分离杂质、蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离、干燥，制得高碘酸钠成品。其反应式如下：

$$I_2+7Cl_2\uparrow+8H_2O \longrightarrow 2HIO_4+14HCl$$

$$HIO_4+NaOH \longrightarrow NaIO_4+H_2O$$

【安全性】

健康危害：对皮肤和眼睛有刺激作用，应防止与皮肤接触。

急救措施：如不慎溅到皮肤上要用肥皂水清洗；若溅入眼睛内立即用大量水冲洗15min，并请医生诊治，应注意防尘。

防护措施：操作时要穿戴工作服、乳胶手套、密闭防护眼、口罩等劳保防护用具。生产设备要密闭，通风应良好。

包装方法：用内衬两层聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重 4kg、10kg。包装上应有明显的“氧化剂”标志。

贮存运输：属二级无机氧化物，危规编号：氧化剂，GB 5.1 类 51513。UN No.1479；IMDG CODE（2004 版第 2 卷）5.1 类。应贮存在阴凉、通风、避光、干燥的库房内。包装必须密封，应远离有机物和其他易氧化物品。不得与易燃、易爆物品混贮混运。应用铁路棚车或其他带盖

的交通工具运输，要防雨淋和日光照射。装卸时要小心轻放，防止包装破损。
消防措施：失火时，可用水、砂土和各类灭火器扑救。
【生产单位】 浙江海川化学品有限公司，自贡市金典化工有限公司，衢州市明锋化工有限公司。

Ai017 高碘酸铵

【别名】 过碘酸铵
【英文名】 ammonium periodate
【结构式】 NH_4IO_4
【分子量】 208.9
【物化性质】 无色结晶，相对密度 3.056，熔点时爆炸。与可燃物混合能引起着火和爆炸，微溶于水，为强氧化剂。
【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
高碘酸铵(NH_4IO_4)/% ≥	99.0

【用途】 氧化剂。
【制法】 氯气氧化法：将碘在水介质中通入氯气进行氧化生成高碘酸，经分离除杂后，加入氨水中和至 pH2～3，生成高碘酸铵溶液，再经提纯、分离杂质、蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离、干燥，制得高碘酸铵成品。其反应式如下：

$$I_2+7Cl_2+8H_2O \longrightarrow 2HIO_4+14HCl$$
$$HIO_4+NH_4OH \longrightarrow NH_4IO_4+H_2O$$

【安全性】
危险特性：强氧化剂，很不稳定，撞击能引起爆炸。与可燃物混合能引起着火和爆炸。受热易分解释放出有毒气体，粉尘有刺激性。
包装贮运：用内衬两层聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重 2kg。包装上应有明显的"氧化剂"标志。危规编号：氧化剂，GB 5.1 类 51513。UN No.1479；IMDG CODE（2004 版第 2 卷）5.1 类。其他参考高碘酸钠。
【生产单位】 天津化学试剂有限公司，唐山市前进化工厂。

Ai018 高碘酸钾

【别名】 过碘酸钾
【英文名】 potassium periodate
【结构式】 KIO_4
【分子量】 230.0
【物化性质】 无色结晶或白色颗粒状粉末。相对密度 3.618（15℃），熔点 582℃，沸点时爆炸。溶于热水、微溶于冷水，难溶于氢氧化钾溶液，不溶于乙醇。在水溶液中为强氧化剂，例如，能氧化锰化合物为高锰酸盐。
【质量标准】 企业标准（自贡市金典化工有限公司）

项目	指标
KIO_4 含量/%	≥99.0
碘化物(以 I 计)/%	≤0.005
钠(Na)/%	≤0.03
澄清度试验	符合检验
锰(Mn)/%	≤0.0002
其他卤素(以 Cl^- 计)/%	≤0.02

【用途】 用作氧化剂；有机化合物的氧化剂，通用试剂。
【制法】 氯气氧化法：将碘在水介质中通入氯气进行氧化生成高碘酸，经分离除杂后，加入氢氧化钾溶液中和至 pH2～3，生成高碘酸钾溶液，再经提纯、分离杂质、蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离、干燥，制得高碘酸钾成品。其反应式如下：

$$I_2+7Cl_2\uparrow+8H_2O \longrightarrow 2HIO_4+14HCl$$
$$HIO_4+KOH \longrightarrow KIO_4+H_2O$$

【安全性】
危险特性：强氧化剂。与还原剂、有机物、易燃物，如硫、磷或金属粉末等混合可形成爆炸性混合物。急剧加热时可发生爆炸。
健康危害：本品具有强烈刺激性，高浓度接触严重损害黏膜、上呼吸道、眼睛和皮肤。接触后引起烧灼感、咳嗽、喘息、喉

炎、气短、头痛、恶心和呕吐。
急救措施：吸入时迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。误服者用水漱口，给饮牛奶或蛋清，就医。
防护措施：生产过程密闭，加强通风。提供安全淋浴和洗眼设备。空气中粉尘浓度超标时，应该佩戴头罩型电动送风过滤式防尘呼吸器。紧急事态抢救或撤离时，佩戴空气呼吸器，穿聚乙烯防毒服，戴橡胶手套。工作现场禁止吸烟、进食和饮水。
包装方法：用塑料袋或二层牛皮纸袋外全开口或中开口钢桶包装；螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外普通木箱。危险货物编号：51513。包装类别：O52。
贮存运输：贮存于阴凉、通风的库房，远离火种、热源，避免光照，包装密封。应与易（可）燃物、还原剂等分开存放，切忌混贮。贮区应备有合适的材料收容泄漏物。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。严禁与酸类、易燃物、有机物、还原剂、自燃物品、遇湿易燃物品等并车混运。运输车辆装卸前后，均应彻底清扫、洗净，严禁混入有机物、易燃物等杂质。

【生产单位】 北京北化精细化学品有限公司，衢州市明锋化工有限公司，上海凯赛化工有限公司，衢州瑞尔丰化工有限公司，自贡市金典化工有限公司。

Aj 镁化合物

我国是世界上生产镁化合物的主要国家之一。通常用于制取镁化合物的固体矿物原料为菱镁矿、水镁石、白云石；制取镁化合物的液体原料为天然水溶性镁盐及其溶液（海水和盐湖水)。

各工业部门中所使用的最主要的镁化合物除镁砂之外，有氯化镁、氧化镁、碱式碳酸镁、硫酸镁和氢氧化镁等。

镁化合物的主要用途是生产耐火材料及在建筑和冶金工业中使用。大量的镁化合物加工成为金属镁，而金属镁则用来制取铝镁合金和其他镁合金。氯化镁用于制造水泥，在此基础上再制造各种建筑材料；是制取氧化镁、碳酸镁的原料；在纺织工业中用于上浆；也用于浸渍木构件，使其具有阻燃性；此外还用于制造脱叶剂，作为防冻剂可预防铁路道岔冻结。最轻、最疏松的碱式碳酸镁可用作橡胶的促进剂和填充剂，用于制造高级绝热材料以及医药方面。硫酸镁愈来愈广泛地用作镁肥。

国外氧化镁的制造技术发展很快，特别是精细镁盐制品的发展尤其迅速。我国是镁盐生产大国。按美国的统计，菱镁矿资源以我国居世界首位，其中以辽宁省大石桥菱镁矿储量最大。海水、盐湖水资源也很丰富，有发展镁盐产品的优越条件。虽然我国矿产资源丰富，品位高，但镁盐的生产仍处于粗制初级产品的生产阶段，远不能满足国民经济发展的需要。为开辟镁盐的新用途，要大力发展提高精细镁盐开发及生产能力，如电熔氧化镁熔块，高纯电熔氧化镁，耐火材料用、陶瓷用和电热电器用氧化镁的生产，阻燃剂氢氧化镁，纤维状镁盐以及包括医药用（包括食品级）高纯度镁盐化合物的应用与开发，充分发挥我国资源、能源、人力等优势，走出国门，参与全球经济竞争。

Aj001 六水氯化镁

【别名】 结晶氯化镁；卤粉；卤片

【英文名】 magnesium chloride hexahydrate

【结构式】 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$

【分子量】 203.30

【物化性质】 纯品为无色单斜结晶，工业品通常呈黄褐色。含氯化镁 45%～50%，有苦咸味。相对密度 1.569，熔点 116～118℃。溶于水和乙醇。加热失去水和氯化氢而成氧化镁，易潮解。

【质量标准】

1. 轻工行业标准《工业氯化镁》QB/T 2605—2003

指标名称		指标	
		白色氯化镁	普通氯化镁
钙离子(Ca^{2+})/%	≤	0.15	—
硫酸根离子(SO_4^{2-})/%	≤	1.0	2.80
$MgCl_2$/%	≥	46.00	44.5
碱金属氯化物(以 Cl^- 计)/%	≤	0.50	0.90
水不溶物/%	≤	0.10	
色度/度	≤	50	

注：规定 1mg 铂在 1L 水中所具有的色度为 1 度。

2. 国家标准《食品添加剂氯化镁》GB 25584—2010

项目			指标
氯化镁/%	以 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 计	≥	99.0
	$MgCl_2$	≥	46.4
钙(Ca)质量分数/%		≤	0.10
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/%		≤	0.40
水不溶物质量分数/%		≤	0.10
色度/黑曾		≤	30
铅(Pb)/(mg/kg)		≤	1
砷(As)/(mg/kg)		≤	0.5
铵(NH_4)/(mg/kg)		≤	50

【用途】 在冶金工业中用作耐火材料和砌炉壁的黏合剂，冶炼金属镁的原料。在建筑工业中用氯化镁与菱苦土制成坚硬的镁氧水泥，可以制人造石。在化学工业中是制造各种镁盐的原料。在农业上，制造棉花脱叶剂。食品工业作豆腐凝固剂。

【制法】 制溴后的含氯化镁母液经蒸发浓缩（温度控制在 165～170℃），然后将浓缩液冷却结晶、分离，制得氯化镁成品。

【安全性】

包装方法：出口产品内衬聚乙烯塑料袋和布袋，外用麻袋包装，每袋净重 50kg。内销产品内衬聚乙烯塑料袋，外用塑料编织袋包装，每袋净重 70kg。

贮存运输：应密封贮存于阴凉、干燥处，运输时防雨淋和日光曝晒。装卸时轻拿轻放，防止包装破损。

消防措施：失火时可用砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 山东海化股份有限公司硫酸钾厂，天津市长芦海晶集团有限公司化工厂，潍坊市神州化学有限公司，连云港市长圣化工有限公司，河南盛天金属材料有限公司，青海铁源镁业有限责任公司。

Aj002 氢氧化镁

【英文名】 magnesium hydroxide

【结构式】 $Mg(OH)_2$

【分子量】 58.32

【物化性质】 白色结晶或粉末，水溶液呈碱性，密度 2.36g/cm^3。溶于稀酸和铵盐溶液，几乎不溶于水和醇。在水中的溶解度（18℃）为 0.0009g/100gH_2O。易吸收空气中的二氧化碳。在碱性溶液中加热到 200℃以上时变成六方晶系结晶。在 350℃分解而成氧化镁和水，高于 500℃时失去水转变为氧化镁。

【质量标准】 化工行业标准《工业氢氧化镁》HG/T 3607—2007

项目		指标				
		Ⅰ类	Ⅱ类		Ⅲ类	
			一等品	合格品	一等品	合格品
氢氧化镁 $Mg(OH)_2$ 质量分数/%	≥	97.5	94.0	93.0	92.0	92.0
氧化钙(CaO)质量分数/%	≤	0.10	0.05	0.1	0.5	1.0
盐酸不溶物质量分数/%	≤	0.10	0.2	0.5	2.0	2.5

续表

项目		指标				
		Ⅰ类	Ⅱ类		Ⅲ类	
			一等品	合格品	一等品	合格品
水分质量分数/%	⩽	0.5	2.0	2.5	2.0	2.5
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/%	⩽	0.10	0.4	0.5	0.4	0.5
铁(Fe)质量分数/%	⩽	0.005	0.02	0.05	0.2	0.3
筛余物(75μm 试验筛)/%	⩽	—	0.02	0.05	0.5	1.0
激光粒径(D_{50})/μm		0.5～1.5	—	—	—	—
灼烧失量/%	⩾	30	—	—	—	—
白度/%	⩾	95	—	—	—	—

注：标准中工业氢氧化镁分为三类：Ⅰ类主要用作阻燃剂的原料，Ⅱ类主要用作氧化镁和镁盐生产的原料。Ⅲ类主要用作烟道脱硫、废水处理、农用肥料和土壤改良剂等。

【用途】 氢氧化镁是塑料、橡胶制品优良的阻燃剂。在环保方面作为烟道气脱硫剂，可代替烧碱和石灰作为含酸废水的中和剂。亦用作油品添加剂，起到防腐和脱硫作用。另外，还可用于电子行业、医药、砂糖的精制，作保温材料以及制造其他镁盐产品。

【制法】

（1）卤水-石灰法　将预先经过净化精制处理的卤水和经消化除渣处理的石灰制成的石灰乳在沉淀槽内进行沉淀反应，在得到的料浆中加入絮凝剂，充分混合后，进入沉降槽进行分离，再经过滤、洗涤、烘干、粉碎，制得氢氧化镁成品。其反应式如下：

$$MgCl_2+Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl_2+Mg(OH)_2$$

（2）卤水-氨水法　以经净化处理除去硫酸盐、二氧化碳、少量硼等杂质的卤水为原料，以氨水作为沉淀剂在反应釜中进行沉淀反应，在反应前投入一定量的晶种，进行充分搅拌。卤水与氨水的比例为1∶(0.9～0.93)，温度控制在40℃。反应终了后添加絮凝剂，沉淀物经过滤后，洗涤、烘干、粉碎，制得氢氧化镁成品。其反应式如下：

$$MgCl_2+2NH_3 \cdot H_2O \longrightarrow Mg(OH)_2+2NH_4Cl$$

该试验方法有待提高收率，缩短洗涤周期，改进并完善生产工艺。

另外还有菱苦土-盐酸-氨水法等。

【安全性】 参见氧化镁。

【生产单位】 营口帝尔科技新材料有限公司，西部矿业集团青海西部镁业科技公司，山东海化股份有限公司氢氧化镁厂，江苏艾特克阻燃材料有限公司，青岛荣鑫镁盐有限公司。

Aj003 活性氧化镁

【英文名】 magnesium oxide, activated

【结构式】 MgO

【分子量】 40.30

【物化性质】 为白色无定形粉末，无臭、无味、无毒。溶于酸和铵盐溶液，难溶于水，不溶于醇。于1000℃以上高温灼烧能转化为晶体。温度升高至1500℃以上时则成死烧氧化镁或烧结氧化镁。遇空气中的二氧化碳生成碱式碳酸镁。活性氧化镁根据吸碘值分为高活性（超轻质）、中活性（中轻质）和低活性（轻质）三种，其吸碘值分别为每克 MgO120～180mgI_2、50～80mgI_2、19～43mgI_2。

【质量标准】 参见轻质氧化镁。

【用途】 主要用作氯丁橡胶及氟橡胶的促

进剂与活化剂，可作黏合剂、涂料及纸张的填料。亦可用于制造陶瓷、搪瓷、耐火材料及氧化镁水泥等。在医药上用作抗酸剂和轻泻剂。

【制法】

(1) 碳酸化法　采用白云石或菱镁矿，经煅烧、加水消化、碳酸化、煅烧、粉碎，即可制得活性氧化镁。

(2) 苦土粉-硫酸碳铵法　将苦土粉等含镁原料与硫酸反应，生成硫酸镁溶液，其反应式如下：

$$MgO + H_2SO_4 \longrightarrow MgSO_4 + H_2O$$

硫酸镁溶液与碳酸氢铵反应，生成碳酸镁沉淀，其反应式如下：

$$MgSO_4 + NH_4HCO_3 + NH_3 \longrightarrow MgCO_3 \downarrow + (NH_4)_2SO_4$$

然后沉淀物经过滤分离、洗涤、烘干、煅烧、粉碎，制得活性氧化镁。

【安全性】　参见轻质氧化镁。

【生产单位】　潍坊永安科技有限公司，湖北德高镁业有限公司，河北镁神化工科技集团有限公司，潍坊远东橡塑科技有限公司。

Aj004 轻烧氧化镁

【别名】　苛性煅烧氧化镁

【英文名】　magnesium oxide, light calcined; light calcined magnesia

【结构式】　MgO

【分子量】　40.30

【物化性质】　白色无定形粉末，无臭、无味、无毒。能溶解于酸和铵盐溶液中，易吸收空气中的二氧化碳和水分，生成碳酸盐。轻烧镁粉按化学成分分为 QM-96、QM-95、QM-94、QM-92、QM-90、QM-87、QM-85、QM-80、QM-75 等 9 个牌号。

【质量标准】　冶金行业标准《轻烧氧化镁》YB/T 5206—2004

牌号	化学成分(质量分数)/%				
	MgO	SiO_2	CaO	Fe_2O_3	灼烧失量(LOI)
CBM-96	≥96.0	≤0.5	—	≤0.6	≤2.0
CBM-95A	≥95.0	≤0.8	≤1.0	—	≤3.0
CBM-95B	≥95.0	≤1.0	≤1.5	—	≤3.0
CBM-94A	≥94.0	≤1.5	≤1.5	—	≤4.0
CBM-94B	≥94.0	≤2.0	≤2.0	—	≤4.0
CBM-92	≥92.0	≤3.0	≤2.0	—	≤5.0
CBM-90	≥90.0	≤4.0	≤2.5	—	≤6.0
CBM-85	≥85.0	≤6.0	≤4.0	—	≤8.0
CBM-80	≥80.0	≤8.0	≤6.0	—	≤10.0
CBM-75	≥75.0	≤10.0	≤8.0	—	≤12.0

注：产品活性和粒度根据供需双方协商而定。

【用途】　用于造纸、化工、建材、橡胶、陶瓷、畜牧及制造镁砂。

【制法】　煅烧法：将菱镁矿在 950℃ 下于煅烧炉中进行煅烧，再经冷却、筛分、粉碎，制得轻烧氧化镁。

菱镁矿⟶煅烧⟶筛分⟶粉碎⟶轻烧氧化镁

【安全性】

包装方法：产品包装袋材料要求耐磨蚀、不易破损，包装时袋口应封严。以双层袋包装，内层为塑料袋，外层为编织袋。每袋质量可为 25kg、30kg、40kg 或 50kg。

贮存运输：成品必须贮存在不受潮湿的仓库内。运输器械必须保持清洁，并有防雨、防雪设施。运输过程中必须严防受潮湿和污染。

其他安全特性：可参见轻质氧化镁。

【生产单位】　辽宁省大石桥市久企炉料厂，大石桥市华荣菱镁矿业材料厂，海城市江勤矿产品有限公司，营口仁恒镁业有限公司，丹海化工石粉厂，莱州市虎头崖镇永兴轻烧镁厂。

Aj005 重质氧化镁

【别名】　灯粉

【英文名】 magnesium oxide，heavy
【结构式】 MgO
【分子量】 40.30
【物化性质】 白色或米黄色粉末。相对密度 3.26～3.43，无臭、无味、无毒。溶于酸和铵盐溶液，不溶于水和乙醇。在空气中易吸收水分和二氧化碳，与氯化镁溶液混合易胶凝硬化。
【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2679—2006

项目			指标			
			Ⅰ类		Ⅱ类	
			一等品	合格品	一等品	合格品
氧化镁(MgO)质量分数/%		≥	95.0	93.0	93.0	90.0
氧化钙(CaO)质量分数/%		≤	1.0	1.5	—	—
盐酸不溶物质量分数/%		≤	0.6	1.0	—	—
三氧化二铁(Fe_2O_3)质量分数/%		≤	0.5	1.0	—	—
灼烧失量质量分数/%		≤	2.0	3.0	3.5	4.0
筛余物质量分数(125μm 筛)/%		≤	0.5	0.5	0.5	0.5
密度/(g/mL)		≤	—	—	3.30～3.43	—
凝固时间	初凝时间/min	≥	—	—	40	40
	终凝时间/h	≤	—	—	4.0	8.0
抗折强度/MPa		≥	—	—	10	—

【用途】 碾米工业用来烧制砂辊筒、砂砻，建材工业用于人造无缝地板、人造大理石、防热板和隔声板。用于化工和橡胶、塑料、钢珠抛光行业。
【制法】 煅烧法：苦土粉经过水选，除去杂质后沉淀成镁泥浆，然后通过消化、烘干、煅烧，使氢氧化镁脱水生成氧化镁。其反应式如下：

$$MgO+H_2O \longrightarrow Mg(OH)_2$$
$$Mg(OH)_2 \longrightarrow MgO+H_2O$$

【安全性】
包装方法：外用塑料编织袋内衬聚乙烯塑料薄膜袋包装，每袋净重 20kg 或 40kg。
贮存运输：贮存于阴凉、通风、干燥的库房中。容器密封，防止受潮，以免结块失效。每次用毕要密封，防止吸收空气中的水分。不可与强酸、强碱类物品共贮混运。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。
消防措施：失火时，可用水浇救，禁止使用二氧化碳灭火器扑救。
【生产单位】 潍坊远东橡塑科技有限公司，连云港恒海镁业有限公司，上海市松江县金星化工厂，丹海化工石粉厂。

Aj006 轻质氧化镁

【别名】 工业氧化镁
【英文名】 magnesium oxide，light
【结构式】 MgO
【分子量】 40.30
【物化性质】 白色无定形粉末，无臭、无味、无毒。相对密度约 3.58（25℃），熔点 2852℃，沸点 3600℃。难溶于水，不溶于醇，溶于酸或铵盐溶液中。经 1000℃以上高温灼烧，可转化为晶体。温度升高至 1500℃以上时，则成死烧氧化镁或烧结氧化镁。吸收空气中的二氧化碳生成碱式碳酸镁。
【质量标准】
1. 化工行业标准《工业轻质氧化镁》HG/T 2573—2012

项目	Ⅰ类			Ⅱ类		
	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
氧化镁(MgO)质量分数/% ≥	95.0	93.0	92.0	95.0	93.0	92.0
氧化钙(CaO)质量分数/% ≤	1.0	1.5	2.0	0.5	1.0	1.5
盐酸不溶物质量分数/% ≤	0.10	0.20	—	0.15	0.20	—
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/% ≤	0.2	0.6	—	0.5	0.8	1.0
筛余物(150μm 试验筛)质量分数/% ≤	0	0.03	0.05	0	0.05	0.10
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.05	0.06	0.10	0.05	0.06	0.10
锰(Mn)质量分数/% ≤	0.003	0.010	—	0.003	0.010	—
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/% ≤	0.07	0.20	0.30	0.15	0.20	0.30
灼烧失量/% ≤	3.5	5.0	5.5	3.5	5.0	5.5
堆积密度/(g/mL) ≤	0.16	0.20	0.25	0.20	0.20	0.25

2. 化工行业标准《工业活性氧化镁》 | HG/T 3928—2012

项目	活性-150		活性-120		活性-80	
	脱色用	橡胶用	一等品	合格品	一等品	合格品
氧化镁(MgO)质量分数/% ≥	88.0	88.0	88.0	88.0	92.0	90.0
氧化钙(CaO)质量分数/% ≤	0.8	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0
盐酸不溶物质量分数/% ≤	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
筛余物(75μm 试验筛)质量分数/% ≤	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
锰(Mn)质量分数/% ≤	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/% ≤	0.05	0.20	0.15	0.20	0.20	0.10
灼烧失量质量分数/% ≤	10.0	10.0	10.0	10.0	6.0	8.0
堆积密度/(g/mL) ≤	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
吸碘值/(mg/g)	150.1～180.0		120.1～150.0		80.1～120.0	

3.《中国药典》(2005 年版)《药用氧化镁》

指标名称	指标
外观	白色粉末
氧化镁(MgO)/% ≥	96.5～100.5
氧化钙(CaO)/% ≤	0.5
氯化物/% ≤	0.14
硫酸盐/% ≤	0.3
碳酸盐	符合规定
酸不溶物/% ≤	0.1
灼烧失量/% ≤	5.0
铁盐/% ≤	0.05
锰盐/% ≤	0.003
重金属/% ≤	0.004
砷盐/% ≤	0.0005
碱度	符合规定

【用途】 用于制造陶瓷、搪瓷、耐火坩埚和耐火砖等。用作磨光剂、黏合剂、涂料及纸张的填料，氯丁橡胶及氟橡胶的促进剂与活化剂，与氯化镁等溶液混合后，可制氧化镁水泥。医药上用作抗酸剂与轻泻剂，用于胃酸过多、胃和十二指肠溃疡病。也用于玻璃、染料、酚醛塑料等行业。食品级用作砂糖精制时

的脱色剂、冰淇淋粉的 pH 调节剂等。

【制法】

（1）纯碱法　先将苦卤加水稀释至 20°Bé 左右加入反应器，在搅拌下徐徐加入 20°Bé 左右的纯碱澄清溶液，于 55℃左右进行反应，生成重质碳酸镁，经漂洗、离心分离，在 700～900℃进行焙烧，经粉碎、风选，制得轻质氧化镁产品。其反应式如下：

$$5Na_2CO_3+5MgCl_2+6H_2O \longrightarrow 4MgCO_3\cdot Mg(OH)_2\cdot 5H_2O+10NaCl+CO_2\uparrow$$

$$4MgCO_3\cdot Mg(OH)_2\cdot 5H_2O \longrightarrow 5MgO+4CO_2\uparrow+6H_2O$$

（2）碳化法　白云石经煅烧、消化、碳化后得到碱式碳酸镁，再经热分解、煅烧、粉碎、风选，即得轻质氧化镁。其反应式如下：

$$MgCO_3\cdot CaCO_3 \longrightarrow MgO+CaO+2CO_2\uparrow$$

$$MgO+CaO+2H_2O \longrightarrow Mg(OH)_2+Ca(OH)_2$$

$$Mg(OH)_2+Ca(OH)_2+3CO_2 \longrightarrow Mg(HCO_3)_2+CaCO_3+H_2O$$

$$5Mg(HCO_3)_2+H_2O \longrightarrow 4MgCO_3\cdot Mg(OH)_2\cdot 5H_2O+6CO_2\uparrow$$

$$4MgCO_3\cdot Mg(OH)_2\cdot 5H_2O \longrightarrow 5MgO+4CO_2\uparrow+6H_2O$$

【安全性】

健康危害：氧化镁对眼结膜和鼻黏膜有轻度刺激作用，蒸气可引起溃疡病，粉尘可导致呼吸困难、胸痛、咳嗽、肺弥漫性间质纤维化并合并肺气肿。最高容许浓度美国规定为 $10mg/m^3$。

包装方法：内衬聚乙烯塑料袋，外套塑料编织袋双层包装或用塑料覆膜袋单层包装。每袋净重 10kg、15kg、20kg。

贮存运输：应贮于阴凉干燥的库房中，防止受潮。与无机酸和强碱以及有潮解性的物质等隔离贮存。运输中防止雨淋和受潮。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时可用水扑救。

【生产单位】　河北高邑县高达化工有限责任公司，河北高林镁盐化工有限公司，河北镁神科技集团有限公司，无锡市泽辉化工有限公司，运城市亚兴环保科技有限公司，上海敦煌化工厂，河北邢台冶金镁业有限公司。

Aj007 磁性氧化镁

【英文名】　magnesium oxide，magnetic

【结构式】　MgO

【分子量】　40.30

【物化性质】　白色细微结晶。相对密度 3.65，熔点 2800℃，磁化率 -0.008×10^{-6}。

【质量标准】　参见（轻质氧化镁）的化工行业标准 HG/T3928—2007、HG/T2573—2012。

【用途】　用于无线电高频磁棒天线，代替铁氧体。亦可用于制造耐火纤维和其他耐火材料等。

【制法】　盐酸法：将生产重质氧化镁的下脚料送入反应器，加入盐酸进行反应，生成六水氯化镁，再加入碳酸钠进行反应，生成碱式碳酸镁，用水洗涤，将碱式碳酸镁在高温下煅烧，冷却后粉碎，制得磁性氧化镁。其反应式如下：

$$2MgO+4HCl+4H_2O \longrightarrow 2MgCl_2\cdot 6H_2O$$

$$5MgCl_2+5Na_2CO_3+6H_2O \longrightarrow 4MgCO_3\cdot Mg(OH)_2\cdot 5H_2O+CO_2\uparrow+10NaCl$$

$$4MgCO_3\cdot Mg(OH)_2\cdot 5H_2O \xrightarrow{\triangle} 5MgO+4CO_2\uparrow+6H_2O$$

【安全性】　内用两层聚乙烯塑料袋，外用塑料编织袋包装，每袋净重 20kg 或 25kg。

其他参见轻质氧化镁。

【生产单位】　河北镁神科技集团有限公司，潍坊远东橡塑科技有限公司，无锡市泽辉化工有限公司，潍坊立德森化工有限公司。

Aj008 高温电工级氧化镁

【英文名】 magnesium oxide, high temperature electrotechnical grade

【分子式】 MgO

【分子量】 40.30

【物化性质】 为浅黄色或米黄色晶状颗粒，无臭、无毒、有涩味。溶于酸，难溶于水及有机溶剂，在空气中易吸收水分和二氧化碳生成碳酸盐，有吸湿结块现象。

【质量标准】 参考企业标准

指标名称		指标
氧化镁(MgO)/%	≥	90
铁铝氧化物/%	≤	1.0
二氧化硅(SiO_2)/%		1～6
二氧化钛(TiO_2)/%		1～6
氧化钙(CaO)/%	≤	1.2
灼烧减量	≤	0.2
流速[(100±2)g]/(m/s)	≤	200
铁磁性微粒/%	≤	0.01
粒度分布		
40～120目/%		72±6
40～160目/%		92±4
40～325目/%		97±3
电阻率/Ω·cm		
600℃	≥	1.0×10^{10}
700℃	≥	4.5×10^{9}
800℃	≥	7.5×10^{8}
900℃	≥	1.2×10^{8}
1000℃	≥	2×10^{7}

【用途】 主要用作电绝缘体材料、电极材料，用于制造坩埚，作热电偶保护管等管状电热元件填充料。

【制法】 烧结法：以电熔镁块为原料，经选料、破碎、筛分后与一定比例的液态二氧化钛进行充分混合，再经水洗、烘干和烧结，筛选出粒径为40～150目的，即为成品高温电工级氧化镁。

【安全性】 参见轻质氧化镁。

【生产单位】 上海实业振泰化工有限公司，营口宏森耐火材料有限公司，大石桥市朋义矿产有限责任公司。

Aj009 硅钢级氧化镁

【英文名】 magnesium oxide, silicon steel grade

【结构式】 MgO

【分子量】 40.30

【物化性质】 白色粉末，粒径小，具有一定的粒径分布范围。水中悬浮性好，水化率低。

【质量标准】 参考企业标准

指标名称		指标
氧化镁(MgO)/%	≥	98
氧化钙(CaO)/%	≤	0.50
氯化物(以 Cl^- 计)/%	≤	0.03
硫酸盐(以 SO_3 计)/%	≤	0.10
硼(B)/%		0.04～0.1
比体积/(mL/g)		3.7～4.5
粒径(颗粒直径≤5μm)/%	≥	70.0
水化率/%	≤	4.0

【用途】 可使硅钢片表面形成良好的绝缘层，提高硅钢片的绝缘性能，用作高温退火隔离剂。亦可用作陶瓷材料、电子材料、化工原料及黏结剂和添加剂等。

【制法】 卤水-碳铵法：采用卤水与碳酸氢铵反应，生成碱式碳酸镁，然后进行陈化、洗涤、脱水、干燥、煅烧，经粉碎后再净化、热处理，制得硅钢级氧化镁。

【安全性】 参见轻质氧化镁。

【生产单位】 上海实业振泰化工有限公司，河北镁神科技集团有限公司，河北高林镁盐化工有限公司，潍坊远东橡塑科技有限公司。

Aj010 高纯氧化镁

【英文名】 magnesium oxide, high purity

【结构式】 MgO

【分子量】 40.30

【物化性质】 高温下具有优良的耐碱性和电绝缘性，热膨胀系数和热导率高，具有良好的光透过性。其余参见轻质氧化镁。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
		高纯级
氧化镁(MgO)/%	≥	99.98
氧化铝(Al_2O_3)/%	≤	0.003
二氧化硅(SiO_2)/%	≤	0.005
氧化钙(CaO)/%	≤	0.004
三氧化二铁(Fe_2O_3)/%	≤	0.003
氧化锌(ZnO)/%	≤	0.003
氧化钠(Na_2O)/%	≤	0.001
一氧化锰(MnO)/%	≤	0.001
一氧化镍(NiO)/%	≤	0.0001
三氧化二铬(Cr_2O_3)/%	≤	0.0001
氧化硼(B_2O_3)		0
铀、钍(U、Th)/%	≤	10^{-9}

【用途】 广泛用作高温耐热材料。在陶瓷领域用作透光性陶瓷坩埚、基板等的原料。在电子材料、电气领域用于磁性装置填料、绝缘材料填料及各种载体。用作陶瓷基板比氧化铝热导率高2倍，电解质的损失仅为氧化铝的1/10。还可作为耐热性涂料用的填料。

【制法】

(1) 精制法　含氧化镁80%（质量分数）以上的粗原料用无机酸（硫酸、盐酸、硝酸）以摩尔比1∶2的比例进行溶解，制成无机酸的镁盐。精制除去其中杂质，于氧气气氛下进行加压加热处理，再经水洗、脱水、干燥，于1100℃加热1h，制得高纯度氧化镁。

(2) 氢氧化镁煅烧法　以除杂净化的硫酸镁溶液为原料，以纯氨水为沉淀剂加入镁液中沉淀出 $Mg(OH)_2$，经板框压滤机进行固液分离，滤饼经洗涤得高纯度 $Mg(OH)_2$，再经烘干、煅烧制得高纯氧化镁。

【安全性】 参见轻质氧化镁。

【生产单位】 连云港恒海镁业有限公司，潍坊立德森化工有限公司，河北镁神科技集团有限公司，上海牧泓实业有限公司。

Aj011 高纯电熔氧化镁

【英文名】 magnesium oxide fused, high purity

【结构式】 MgO

【分子量】 40.30

【物化性质】 有优良的耐高温和电绝缘性能。耐高温熔融金属的腐蚀性和常温下热传导性优秀。

【质量标准】 参考企业标准

指标名称		指标
氧化镁(MgO)/%	≥	99.5
氧化钙(CaO)/%	≤	0.04
铁(Fe)/%	≤	0.007
锰(Mn)/%	≤	0.003
镁粉筛余物(筛孔尺寸76μm)/%	≤	0.01
灼烧失量/%	≤	0.35

【用途】 可用作光学材料，闸带材、热电偶和计量器材质，用作炼钢炉等用的高温炉材料、加热材料，用于特殊化学反应器以及耐绝缘仪表、电器、电缆等。

【制法】 电熔法以高纯氧化镁为原料，经电熔制得成品。

【安全性】 参见重质氧化镁。

【生产单位】 连云港恒海镁业有限公司，邹平华方耐火材料有限公司，邢台龙翔化工有限公司。

Aj012 过氧化镁

【英文名】 magnesium peroxide

【结构式】 MgO_2

【分子量】 56.32

【物化性质】 白色粉末，无臭、无味，外观及物理性质与氧化镁相似。不溶于

水，但在空气中缓慢失去氧。易溶于稀酸产生过氧化氢。常温下稳定，加热时分解为氧和氧化镁，温度达375℃时完全分解。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 4504—2013

项目	指标
过氧化镁(MgO_2)质量分数/% ≥	25.0
水分质量分数/% ≤	6.5
pH(10g/L)	9.5～11.5
重金属(以 Pb 计)质量分数/% ≤	0.002
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.07

【用途】 作为毛、丝织物漂白剂，一般漂白剂、杀菌剂、氧化剂。医药上用作解酸剂及防酵剂，适用于治疗消化不良、胃酸过多、腹胀等症。

【制法】

(1) 轻质氧化镁法　轻质氧化镁与过氧化氢浆状液反应，经干燥，制得过氧化镁。其反应式如下：

$$MgO+H_2O_2 \longrightarrow MgO_2+H_2O$$

(2) 可溶性镁盐法　将可溶性镁盐制成乳状物，再与过氧化氢反应，经过滤、浓缩，制得过氧化镁。

【安全性】

健康危害：本品是强氧化剂，对眼睛、皮肤和呼吸道有刺激作用。

包装方法：用棕色玻璃瓶包装，每瓶净重500g。

贮存运输：氧化剂。GB 5 1 类 51005。UN No. 1476；IMDG CODE 5160 页，51 类。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，贮运时应注意防潮、干燥、密闭。远离火种、热源，应与易（可）燃物、还原剂分开存放，切忌混贮。

【生产单位】 上虞市化学工业有限公司，长葛市久兴净化剂厂。

Aj013 碱式碳酸镁

【别名】 轻质碳酸镁

【英文名】 magnesium carbonate，basic；magnesium carbonate，light

【结构式】 $3MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 3H_2O$

【分子量】 365.31

【物化性质】 白色单斜结晶或无定形粉末。组成一般以 $xMgCO_3 \cdot yMg(OH)_2 \cdot zH_2O$ 表示。其中 x、y、z 的比例有几种，可以为4∶1∶4、4∶1∶5、4∶1∶6、4∶1∶7、3∶1∶3、3∶1∶4。无毒、无味，在空气中稳定，相对密度2.16。微溶于水，水溶液呈弱碱性。在水中的溶解度为0.02g/($100gH_2O$)（15℃）。易溶于酸和铵盐溶液，遇稀酸即分解放出二氧化碳。加热至300℃以上即分解，生成水、二氧化碳和氧化镁。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2959—2010

项目	指标	
	优等品	一等品
氧化镁(MgO)质量分数/%	40.0～43.5	
氧化钙(CaO)质量分数/% ≤	0.20	0.70
盐酸不溶物质量分数/% ≤	0.10	0.15
水分质量分数/% ≤	2.0	3.0
灼烧失减量质量分数/%	54～58	
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/% ≤	0.10	
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.01	0.02
锰(Mn)质量分数/% ≤	0.004	0.004
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/% ≤	0.10	0.15
细度 0.15mm 质量分数/% ≤	0.025	0.03
细度 0.075mm 质量分数/% ≤	1.0	—
堆积密度/(g/mL) ≤	0.12	0.2

注：水分指标仅适用于产品包装时检验用。

【用途】 用作橡胶制品的优良填充剂和补强剂。可用作绝热、耐高温的防火保温材料。石棉轻质碳酸镁是优良的绝缘材料，用于造船和锅炉制造等部门。也可用于制造高级玻璃制品、镁盐、颜

料、油漆和日用化学品等。在医药上用作解酸剂。还可作干燥剂、护色剂、载体、抗结块剂。

【制法】

(1) 白云石碳化法　将白云石与煤粉碎后混配，在 1000～1200℃下煅烧，然后加水化灰成白云石灰浆，经碳化、压滤，用直接蒸汽热解后，再压滤、干燥、粉碎、包装，即得碱式碳酸镁成品。其反应式如下：

$$MgCO_3 \cdot CaCO_3 \longrightarrow MgO \cdot CaO + 2CO_2 \uparrow$$

$$MgO \cdot CaO + 2H_2O \longrightarrow Mg(OH)_2 + Ca(OH)_2$$

$$Mg(OH)_2 + Ca(OH)_2 + 3CO_2 \longrightarrow Mg(HCO_3)_2 + CaCO_3 + H_2O$$

$$4Mg(HCO_3)_2 \longrightarrow \text{本品} + 5CO_2 \uparrow$$

(2) 卤水、石灰石碳化法　石灰石与无烟煤一起煅烧，加水乳化后，与卤水作用，生成氢氧化镁沉淀，再经碳化、热解、水洗脱水、干燥和粉碎后，即得碱式碳酸镁成品。其反应式如下：

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2 \uparrow$$

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$

$$MgCl_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow Mg(OH)_2 + CaCl_2$$

$$Mg(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow Mg(HCO_3)_2$$

$$4Mg(HCO_3)_2 \longrightarrow \text{本品} + 5CO_2 \uparrow$$

此外还有纯碱法和碳铵法等。

【安全性】

包装方法：出口产品，内衬聚乙烯塑料袋，再用牛皮纸袋，外用麻袋或编织袋包装；保温用的碱式碳酸镁，用乳胶袋包装；工业用碱式碳酸镁，内衬聚乙烯薄膜袋，外用塑料编织袋包装。每袋净重 20kg。

贮存运输：应贮存在通风、干燥的库房中，防潮。在运输中应用防雨布遮盖，以免受潮。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损，防止与酸接触。

消防措施：失火时，可用水、各种灭火器扑救。

【生产单位】　上海振泰化工总厂，潍坊宏远化工有限公司，河北高林镁盐化工有限公司，宜兴市百灵精细化工有限公司，丹东玉龙镁业有限公司。

Aj014 硫酸镁

【别名】　硫苦；苦盐；泻利盐；泻盐

【英文名】　magnesium sulfate; bitter salt; epsom salt

【结构式】　$MgSO_4 \cdot 7H_2O$，$MgSO_4 \cdot H_2O$

【分子量】　246.47（七水），138.38（一水）

【物化性质】　工业硫酸镁一般指七水物，少数特指时为一水物，为无色细小的针状或斜柱状结晶。无臭、味苦，相对密度 1.68。易溶于水，微溶于乙醇和甘油。在干燥空气中（常温）失去 1 分子结晶水。受热分解，在 150℃时失去 6 分子结晶水，在 200℃时失去全部结晶水成无水物。

【质量标准】

1. 化工行业标准《工业硫酸镁》HG/T 2680—2009

项目		Ⅰ类($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)			Ⅱ类($MgSO_4 \cdot H_2O$)	
		优等品	一等品	合格品	一等品	合格品
硫酸镁(以 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 计)质量分数/%	≥	99.5	99.0	98.0	—	—
硫酸镁(以 Mg 计)质量分数/%	≥	—	—	—	16.5	15.7
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/%	≤	0.10	0.20	0.30	0.50	1.50
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.002	0.003	0.005	0.01	0.02
水不溶物质量分数/%	≤	0.02	0.05	0.10	0.10	—
水分质量分数/%	≤	—	—	—	6.0	—

2. 化工、轻工行业标准：饲料级、食品级七水硫酸镁

指标名称	饲料级 HG 2933—2000	食品级 QB 2555—2002
含量(以七水物计)/% ≥	99.0	99.30
含量(以镁计)/% ≥	9.7	9.80
砷/% ≤	0.0002	0.00005
重金属/% ≤	0.001	—
氯化物/% ≤	0.014	0.1
澄清度	通过试验	通过试验
水不溶物/% ≤	—	0.05
铅含量/% ≤	—	0.0001
氟含量/% ≤	—	0.0015
细度(过 400μm 筛)/% ≥	95	—

3.《药用级七水硫酸镁》中国药典 CP2010 版

指标名称	质量标准
性状	本品为无色结晶，无臭，味苦、咸，有风化性，本品在水中易溶，在乙醇中几乎不溶
鉴别	本品的水溶液显镁盐与硫酸盐的鉴别反应
含量	≥99.5%
酸碱度	合格
澄清度	合格
氯化物	≤0.01%
灼烧失重	48.0%～52.0%
铁盐	≤0.0015%
重金属	≤10×10⁻⁶
砷	≤0.0002%
钙	≤0.02%
锌	应符合要求

4. 国家标准《农业用硫酸镁》GB/T 26568—2011

项目	一水硫酸镁(粉状)	一水硫酸镁(粒状)	七水硫酸镁
水溶镁(以 Mg 计)的质量分数/% ≥	15.0	13.5	9.5
水溶硫(以 S 计)的质量分数/% ≥	19.5	17.5	12.5
氯离子(以 Cl^- 计)的质量分数/% ≤	2.5	2.5	2.5
游离水的质量分数/% ≤	5.0	5.0	6.0
水不溶物的质量分数/% ≤	—	—	0.5
粒度(2.00～4.00mm)/% ≥	—	70	—
pH 值	5.0～9.0	5.0～9.0	5.0～9.0
外观	白色、灰色或黄色粉末，无结块	白色、灰色或黄色颗粒，无结块	无色或白色结晶，无结块

注：1. 指标中的“—”表示该类别产品的技术要求中此项不做要求。
2. 游离水的质量分数以出厂检验为准。

【用途】 用于印染细薄的棉布、丝，作为棉、丝的加重剂和木棉制品的填料，还用于瓷器、颜料和防火材料的制造，在医药上用作泻剂。微生物工业作培养基成分，酿造用添加剂，补充酿造用水的镁，作发酵时的营养源。制革行业中作填充剂增强耐热性，农业上用作镁肥。轻工业中用于生产鲜酵母、味精和用作牙膏生产中的磷酸氢钙的稳定剂，水泥的助凝剂。纸浆工业、人造丝和纺织工业等亦用。

【制法】

(1) 硫酸法　此法以白云石、蛇纹石、菱苦土为原料。在中和反应器中加入水或母液，然后将硫酸与含氧化镁 85%以上的苦土粉按一定配比慢慢加入反应器中进行中和反应，控制 pH＝5，浓度为 39～40°Bé。搅拌 30min，使反应充分进行。将中和液保持在 80℃，过滤后的滤液送入结晶器内，加入适量晶种，再经冷却、过滤、离心分离，于 50～55℃干燥，

即得硫酸镁。母液返回作配料用。其反应式如下：

$$MgO + H_2SO_4 + 6H_2O = MgSO_4 \cdot 7H_2O$$

（2）重结晶法　盐湖中得到的苦卤自然蒸发浓缩成粗镁（粗硫酸镁）。以粗镁为原料，在 80～90℃下加水溶化，然后在 60～70℃温度下澄清，在 20～25℃冷却结晶、经离心分离、干燥，制得工业硫酸镁成品。

另外，医药用硫酸镁是将工业用硫酸镁浸入蒸馏水，用硫酸调节 pH 值，离心分离、干燥脱水，经再结晶制得。饲料用无水硫酸镁是采用重结晶法将工业硫酸镁加入溶解槽中，用水溶解后，将溶液净化除去砷和重金属，过滤，滤液经浓缩、冷却结晶、离心分离，得到精制硫酸镁，在 200℃进行干燥脱水制得。其反应式如下：

$$MgSO_4 \cdot 7H_2O \xrightarrow{\triangle} MgSO_4 + 7H_2O$$

【安全性】

毒性防护：硫酸镁内服可作为轻泻剂。由于缓慢吸收和快速排出，一般不表现毒性作用。内服大剂量使神经、肌肉麻痹，心机能衰竭，有时可引起皮肤病。

包装方法：内衬聚乙烯塑料薄膜袋，外用塑料编织袋包装。每袋净重 25kg、40kg 或 50kg。

贮存运输：贮于阴凉、干燥、通风处，库温不超过 48℃，防潮。运输时防曝晒，防雨淋。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

【生产单位】　邢台冶金镁业有限公司，营口菱镁化工集团有限公司，莱州市莱玉化工有限公司，淄博川北化工有限公司。

Aj015 饲料级无水硫酸镁

【英文名】　magnesium sulfate，anhydrous，for feed

【结构式】　$MgSO_4$

【分子量】　120.36

【物化性质】　无水硫酸镁为无色斜方晶系结晶。相对密度 2.66，熔点 1124℃。溶于水、乙醇和甘油，不溶于丙酮。

【用途】　无水硫酸镁主要用于饲料添加剂中作为微量元素镁的补充。

【制法】　重结晶法：将工业硫酸镁加入溶解槽中，用水溶解后，将溶液净化除去砷和重金属，过滤，滤液经浓缩、冷却结晶、离心分离，得到精制硫酸镁，在 200℃进行干燥脱水，制得饲料用无水硫酸镁成品。其反应式如下：

$$MgSO_4 \cdot 7H_2O \xrightarrow{\triangle} MgSO_4 + 7H_2O$$

【质量标准】　化工行业标准《饲料级　硫酸镁》HG 2933—2000

指标名称		指标
		饲料级
硫酸镁(以 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 计)含量/%	≥	99.0
硫酸镁(以 Mg 计)含量/%	≥	9.7
砷(As)含量/%	≤	0.0002
重金属(以 Pb 计)含量/%	≤	0.001
氯化物(以 Cl^- 计)含量/%	≤	0.014
澄清度试验		澄清
细度(通过 100μm 试验筛)/%	≥	95

【安全性】　内衬聚乙烯薄膜袋，外用聚丙烯编织袋或木桶包装，每袋（桶）净重 25kg。包装袋（桶）上注有“饲料级”字样。其他参见硫酸镁。

【生产单位】　天津岚泽科工贸有限公司，莱州市莱玉化工有限公司，同川化工厂，莱州市康鑫硫酸镁厂，山东淄博星月硫酸镁厂。

Aj016 重质碳酸镁

【别名】　药用碳酸镁

【英文名】　magnesium carbonate for medicanaln

【结构式】　$xMgCO_3 \cdot yMg(OH)_2 \cdot zH_2O$

【物化性质】　本品为水合碱式碳酸镁，氧化镁含量为 40.0%～43.5%，为白色粉末，无毒，无臭，几乎无味。在空气中稳

定，几乎不溶于水或乙醇，但能使水呈弱碱性。在稀酸中放出二氧化碳而溶解。300℃以上即分解，放出水及二氧化碳，生成氧化镁。

【用途】 主要用于医药工业，另外也可用于制造镁盐、氧化镁、防火保温材料、防火涂料、陶瓷、玻璃、化妆品、牙膏及颜料等工业。

【制法】

（1）白云石-菱镁矿碳化法　将白云石或菱镁矿经煅烧、硝化、碳化、分离、热解、脱水、干燥、粉碎等工序制取药用碳酸镁。

（2）卤水-碳酸氢铵法　将卤水及碳酸氢铵溶液经过预处理后进行沉淀反应，过滤洗涤，经脱水、干燥、粉碎等工序制取药用碳酸镁。

【质量标准】 《中国药典》2010 年版

指标名称		指标
氧化镁(MgO)/%		40.0～43.5
氯化物/%	≤	0.035
硫酸盐/%	≤	0.50
氧化钙(CaO)/%	≤	0.6
可溶性盐类/%	≤	1.0
酸中不溶物/%	≤	0.05
铁盐/%	≤	0.020
重金属/$\times 10^{-6}$	≤	30
砷盐/%	≤	0.0002
汞盐/%		0.00005

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋，外套塑料编织袋双层包装或用塑料袋覆膜袋单层包装。

【生产单位】 邢台冶金镁业有限公司，宜兴市东方精细化工厂，浙江豪森制药有限公司，诸暨原料制药厂，连云港恒海镁业有限公司。

Aj017 透明轻质碳酸镁

【英文名】 magnesium carbonate for transparency

【结构式】 $4MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 4H_2O$

【分子量】 467.637

【物化性质】 本品为白色单斜结晶，相对密度 2.254。微溶于水，易溶于稀酸，遇酸起泡分解释放二氧化碳，加热煅烧生成氧化镁和二氧化碳。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
水分/%	≤	2.0
氧化镁/%		40～43
灼烧减量/%		54～57
盐酸不溶物/%	≤	0.1
氧化钙/%	≤	0.5
氯化物/%	≤	0.1
水溶物/%	≤	0.5
硫酸盐/%	≤	0.15
筛余物(100 目)		0
视比体积/(mL/g)	≥	5.4
白度/%	≥	90
透明度/%	≥	80
铁铝氧化物/%	≤	0.1

【用途】 主要用作透明或浅色橡胶制品的填充剂和补强剂，且能增强橡胶的耐磨性、抗弯曲性和拉伸强度。也可用作油漆、石墨和涂料的添加剂，也可用于牙膏、医药和化妆品等工业。

【制法】 苦卤-纯碱法：以苦卤或盐卤和纯碱为原料，将苦卤加入反应器中，然后在不断搅拌下加入纯碱。反应完成后进行真空吸滤，然后进行离心脱水，最后经过离心分离、干燥、粉碎、筛分和包装即得产品。

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋，外套塑料编织袋双层包装或用塑料袋覆膜袋单层包装。

【生产单位】 河北高林镁盐化工有限公司，丹东玉龙镁业有限公司。

Aj018 三硅酸镁

【英文名】 magnesium trisilicate

【结构式】 $Mg_2Si_3O_8 \cdot 5H_2O$

【分子量】 350.89

【物化性质】 白色细粉，无臭、无味、无沙砾感。不溶于水和乙醇，易受无机酸分解，略有吸湿性。

【质量标准】 《中国药典》CP2010 年版

指标名称		指标
氧化镁(MgO)/%	≥	20.0
氧化硅(SiO_2)/%	≥	45.0
氯化物(Cl^-)/%	<	0.050
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	<	0.50
炽灼失量/%	≤	30.0
重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.002
砷盐(以 As 计)/%	≤	0.0005
汞(以 Hg 计)/%	≤	0.00005
游离碱		按药典规定
可溶性盐类		按药典规定
制酸力		按药典规定

【用途】 医药上用作制抗酸药，能中和胃酸和保护溃疡面，作用缓慢而持久。可用作脱臭剂和脱色剂等，还可用于陶瓷及橡胶工业。食品级用作抗结块剂、助滤剂、被膜剂。按 FAO/WHO（1984 年）规定在粉状乳制品（奶粉、奶油粉、高脂奶粉、半奶油粉）中用作抗结块剂的最高用量为 10g/kg。

【制法】 复分解法：将泡花碱及硫酸镁经预处理后进行反应，生成三硅酸镁沉淀，经漂洗、压滤、干燥、粉碎，制得三硅酸镁成品。其反应式如下：

$$2Na_2O \cdot 3SiO_2 \cdot 5H_2O + 2MgSO_4 \longrightarrow \text{本品} + 2Na_2SO_4$$

【安全性】

包装方法：磨口玻璃瓶包装，用蜡封口。每瓶净重 1kg，然后装入木箱，每箱 10 瓶。用作化工原料时，采用聚乙烯塑料袋包装后，再用牛皮纸袋或编织袋包装。

贮存运输：贮存于阴凉、通风、干燥处。运输时注意防潮、防雨淋，不可与酸类共贮混运。装卸时轻拿轻放，严禁震动，以防瓶破。

消防措施：失火时，可用水和各种灭火器扑救。

【生产单位】 上虞市化学工业有限公司，云南吴达工贸有限公司，河北高林镁盐化工有限公司，湖北兴银河化工有限公司。

Ak 锰盐

我国锰盐工业是新中国成立后发展起来的，目前品种较多，已能满足国内需要。

锰矿原料主要为软锰矿和菱锰矿两类，我国锰矿资源丰富，目前在陆地已查明锰矿区 213 处，分布广，但品位低、类型多、成分复杂。目前我国化工用软锰矿一般含 MnO_2 65%，菱锰矿含 Mn20%。而国外化工用锰矿采用精矿生产，软锰矿含 $MnO_2>80\%$，菱锰矿含 $Mn>30\%$。

我国主要锰盐产品高锰酸钾、硫酸锰、电解二氧化锰等已具有一定的生产能力，现有的几家高锰酸钾生产厂家中，有 2 家生产能力在 12000t/a 以上。国外最大生产厂家，美国卡罗士公司生产能力为 14000t/a。生产方法：我国大多数厂家采用固相法和流态化液相氧化连续反应工艺。

我国是硫酸锰生产大国，生产能力在 220000t/a。生产方法国内大多采用软锰矿为原料的还原焙烧法，部分从对二苯酚副产回收制取，近期开发的硫铁矿与软锰矿两矿焙烧工艺，利用钛白生产废酸硫酸亚铁浸取，以及直接还原浸取制硫酸锰工艺。目前，我国硫酸锰的整体市场较为低迷，主要原因有两点：一是国内饲料行业市场规模上升速度减缓，对硫酸锰的需求量减少；另一方面是我国硫酸锰出口受到国际金融问题的影响，出口价格徘徊在低价位停滞不前。

我国现有电解二氧化锰生产厂家 12 家，其中湘潭电化厂生产能力已达 27 万吨/a。目前世界总生产能力约 44 万吨/a，中国产量占总量 60%以上，全球最大的电解二氧化锰生产工厂湘潭电化生产能力达到 50000t/a，日本东洋曹达公司生产能力达 33000t/a。生产方法国内外类同，大多采用硫酸锰高温电解法，所用原料菱锰矿和软锰矿均可，电极采用石墨或工业纯钛板，目前电解二氧化锰生产厂家一方面库存都比较多，另一方面原材料、人工和环保成本都节节上升，市场销售价格较以往都有所下降。

我国锰盐产品质量优良，主要产品均有国家标准，属国际上先进水平。但今后主要锰盐产品生产仍应合理布局，向集中大型化发展，重点提高装备水平，使生产实现连续化、自动化。还应注意开发以菱锰矿为原料的产品，完善以此为原料生产硫酸锰和氯化锰工艺。为适应电池行业需要，在

发展电解二氧化锰的同时，要重视化学二氧化锰和天然软锰矿活化的工作。要加强锰盐产品的应用研究，扩大规格及品种，使产品向精细及系列化发展。

Ak001 金属锰

【英文名】 manganese，metallic

【结构式】 Mn

【物化性质】 浅灰色金属，性脆。相对密度 7.20，熔点（1244±3)℃，沸点 1962℃。溶于稀酸，在水中锰与水反应，可与卤素、硫、磷、碳、硅作用。熔炼时锰蒸气与空气中的氧形成氧化物。有立方体和四角形两种形式，并具有复杂的晶体结构。电解金属锰一般含锰 99.7%以上，纯电解锰不能加工，加入 1%的镍后变为可锻合金。

【质量标准】 国家标准 GB/T 2774—2006

金属锰按冶炼方法分为电硅热法和电解重熔法两类。牌号分别为“JMn××”和“JCMn××”，按杂质含量的不同，同一锰含量的牌号还可以用 A、B 区分。

电硅热法金属锰按锰以及杂质含量的不同分为 8 个牌号，其化学成分应符合下表的规定。

牌号	化学成分(质量分数)/%					
	Mn	C	Si	Fe	P	S
	≥	≤				
JMn98	98.0	0.05	0.3	1.5	0.03	0.02
JMn97-A	97.0	0.05	0.4	2.0	0.03	0.02
JMn97-B	97.0	0.08	0.6	2.0	0.04	0.03
JMn97-A	96.5	0.05	0.5	2.3	0.03	0.02
JMn97-B	96.0	0.10	0.8	2.3	0.04	0.03
JMn97-A	95.0	0.15	0.5	2.8	0.03	0.02
JMn97-B	95.0	0.15	0.8	3.0	0.04	0.03
JMn93	93.5	0.20	1.5	3.0	0.04	0.03

电解重熔法金属锰按锰以及杂质含量的不同分为 3 个牌号，其化学成分应符合下表的规定。

牌号	化学成分(质量分数)/%					
	Mn	C	Si	Fe	P	S
	≥	≤				
JCMn98	98.0	0.04	0.3	1.5	0.02	0.04
JCMn97	97.0	0.05	0.4	2.0	0.03	0.04
JCMn95	95.0	0.06	0.5	3.0	0.04	0.05

【用途】 在钢铁工业中锰铁合金作为脱硫剂和脱氧剂，也用作合金的添加料，以提高钢的强度、硬度、弹性极限、耐磨性和耐腐蚀性等；在高合金钢中，还用作奥氏体化合元素，用于炼制不锈钢、特殊合金钢、不锈钢焊条等。此外，还用于有色金属、化工、医药、食品、分析和科研等方面。

【制法】

（1）碳酸锰法　将碳酸锰矿和电解过程中产生的阳极液［成分 H_2SO_4 35～40g/L、$(NH_4)_2SO_4$ 120～140g/L、Mn16～18g/L］，经浆化后用硫酸浸出，在固液比 1∶(8～10)、温度 80～95℃条件下，经 4～8h，浸出终点 pH3.5，浸出液加入二氧化锰矿粉作氧化剂，再加液氨中和 pH 值到 7～7.2。粗滤除渣，滤液加乙硫氮除重金属，经过滤得到可供电解新液，送入电解槽电解，阳极板采用银、锡、锑、铅合金，阳极采用不锈钢板，经 24h 电解，使电解锰沉积厚度达 1.5～2.0mm 后，定期取下阴极板，经钝化、热水冲洗、烘干、剥离、包装即得电解锰产品。其主要反应如下：

$$MnCO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow MnSO_4 + H_2O + CO_2\uparrow$$

$$MnSO_4 + H_2O \xrightarrow{电解} Mn\downarrow + H_2SO_4 + \frac{1}{2}O_2\uparrow$$

（2）二氧化锰法　将软锰矿与煤粉按一定比例混合，经还原焙烧得一氧化锰，再用硫酸酸解，液氨中和，粗滤除杂质，

滤液经加入乙硫氮进一步除去重金属，精滤后配成电解液，经电解得沉积于阴极板的金属锰，再将阴极板取出，经钝化、热水洗、烘干、剥锰，得到金属锰。其反应式如下：

$$2MnO_2+C \longrightarrow 2MnO+CO_2\uparrow$$

$$MnO+H_2SO_4 \longrightarrow MnSO_4+H_2O$$

$$MnSO_4+H_2O \xrightarrow{电解} Mn+H_2SO_4+\frac{1}{2}O_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：锰可造成中枢神经系统严重病变，严重者可出现帕金森氏症。对大脑纹状体苍白球部位能造成严重破坏，对肝、肾及心肌出现变性改变。对皮肤有损伤，可造成皮炎、慢性湿疹，使皮肤上抓伤不易愈合，淋巴腺也普遍肿大。生产中有粉尘时采用防尘口罩，浓度大时，使用带过滤器的工业防毒面具。生产过程应防止粉尘、烟雾的排泄，对泄漏的含锰粉尘，用湿法清扫工作场所，工作人员定期体检。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的木桶包装，或用铁桶包装，每桶净重 50kg。贮存在阴凉、干燥、通风良好的库房中，避免受潮。应与酸类、强碱等隔绝，应远离火源，以防爆炸。运输时要防雨淋和日光曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。粉尘飞散场所应戴防尘罩，库房内应有排气装置。失火时，可用砂土和干粉灭火器扑救。

【生产单位】 中国核工业建峰化工总厂，宁夏天元锰业有限公司，青岛红星化工集团有限责任公司，湖南金瑞锰业有限公司，中信大锰矿业有限责任公司。

Ak002 氯化锰

【别名】 氯化亚锰

【英文名】 manganous chloride; manganese chloride

【结构式】 $MnCl_2 \cdot 4H_2O$

【物化性质】 玫瑰色单斜晶体。有两种形态：α形较稳定，属单斜晶系柱状结晶；β形不稳定，属单斜晶系板状结晶。相对密度 2.01，熔点 58℃。易溶于水，溶于醇，不溶于醚。有吸水性，易潮解。106℃时失去一分子结晶水，198℃时失去全部结晶水而成无水物。在空气中加热无水物，能为水分所分解而放出氯化氢，生成四氧化三锰。

【质量标准】 参考企业标准（淮安市蓝天化工有限公司）

指标名称	指标
氯化锰($MnCl_2 \cdot 4H_2O$)/%	≥98.5
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤0.01
水不溶物/%	≤0.05
铁(以 Fe^{3+} 计)/%	≤0.01
重金属(以 Pb^{2+} 计)/%	≤0.01

【用途】 用作有机物氯化的催化剂、油漆的催干剂和汽油抗震剂的原料。用于饲料辅助剂、分析试剂、染料和颜料的制造，镁合金、铝合金冶炼、棕黑色砖瓦生产，以及制药和干电池制造。在农业上还用作微量元素肥料，可作酸性土壤基肥、追肥或根外追肥。

【制法】

(1) 菱锰矿-盐酸法　经粉碎的菱锰矿在反应器中与盐酸反应完全，经净化、蒸发、浓缩、结晶、分离制得，加入石灰中和过量盐酸，控制 pH 为 4 左右，加入过氧化氢除去铁。然后在溶液中加入硫酸锰除去钙，净化后的溶液经蒸发、过滤，再蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离，制得氯化锰成品。其反应式如下：

$$MnCO_3+2HCl \longrightarrow MnCl_2+H_2O+CO_2\uparrow$$

$$Fe^{2+}-e \xrightarrow{H_2O_2} Fe^{3+}$$

$$CaCl_2+MnSO_4 \longrightarrow MnCl_2+CaSO_4\downarrow$$

(2) 软锰矿-盐酸法　将软锰矿与煤粉混合，还原焙烧生成一氧化锰，或锰矿直接与盐酸反应，经过滤除杂、浓缩、冷却结晶、离心分离，制得氯化锰成品。

其反应式如下：

$$MnO_2 + C \longrightarrow MnO + CO$$

$$MnO_2 + CO \longrightarrow MnO + CO_2$$

$$MnO + 2HCl \longrightarrow MnCl_2 + H_2O$$

或 $MnO_2 + 4HCl \longrightarrow MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2 \uparrow$

【安全性】

包装方法：用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋或麻袋包装，每袋净重 50kg。

贮存运输：贮存于阴凉、通风、干燥的库房中。密封保存，注意防潮。运输时要防雨淋和日光曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

消防措施：失火时，可用水及各种灭火器扑救。

【生产单位】 淮安市蓝天化工有限公司，上海球龙化工有限公司，重庆新申锶盐有限公司，湖北元港化工有限责任公司。

Ak003 一氧化锰

【别名】 氧化亚锰

【英文名】 manganous oxide; manganese oxide

【结构式】 MnO

【物化性质】 草绿或灰绿色立方晶系粉末或八面体结晶。相对密度 5.43～5.46，熔点 1650℃，3400℃时解离升华。不溶于水，溶于酸和氯化铵。在热浓氯化铵溶液中形成氯化锰及氨。在空气中加热时易转变为其他高价氧化锰，如四氧化三锰、二氧化锰、三氧化二锰等，较难还原，1200℃时不为氢气还原，1100～1200℃时可被碳还原。在炽热的水蒸气中生成氢气及二氧化锰。与硫共热，生成二氧化硫及硫氧化物。在惰性气体中熔融不分解。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
一氧化锰(MnO)/%	≥	70～80
锰(Mn)/%	≥	55～62
二氧化锰(MnO_2)/%	≤	2
氧化铁(Fe_2O_3)/%	≤	5
氧化铝(Al_2O_3)/%	≤	0.3
氧化钙(CaO)/%	≥	4.0
氧化镁(MgO)/%	≤	0.2
二氧化硅(SiO_2)/%	≤	6
铅(Pb)/%	≤	0.1
铜(Cu)/%	≤	0.01
锌(Zn)/%	≤	0.005
砷(As)/%	≤	0.005
镉(Cd)/%	≤	0.002
细度(80 目筛余)/%	≤	100

【用途】 用作生产铁氧体的原料、涂料和清漆的干燥剂、戊醇制造的催化剂、饲料辅助剂、微量元素肥料等。也用于医药、冶炼、焊接、织物还原印染、玻璃着色、油脂漂白、陶瓷窑业及干电池的制造等。

【制法】 将软锰矿与煤粉按质量比值 1∶0.2 进行混合，在 800℃下进行还原焙烧 4h，生成一氧化锰。反应产物在隔绝空气条件下进行冷却，然后过筛，制得一氧化锰成品。其反应式如下：

$$MnO_2 + C \longrightarrow MnO + CO$$

$$MnO_2 + CO \longrightarrow MnO + CO_2$$

【安全性】

毒性及防护：吸入氧化锰粉尘，可引起人的锰尘肺，其他参见金属锰。最高容许浓度：在无定形二氧化硅的凝聚气溶胶中含有氧化锰 $1mg/m^3$。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的麻袋或编织袋包装，每袋净重 50kg，也可用多层纸袋包装。贮存于通风干燥的库房中，应注意防潮、受热。防止与酸类和氧化剂接触，运输时防雨淋和日晒，装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和灭火器扑救。

【生产单位】 广西全州县天星化工厂，上海球龙化工有限公司，淄博开元区方

元化工有限公司。

Ak004 化学二氧化锰

【英文名】 manganese dioxide，chemical

【结构式】 MnO_2

【物化性质】 黑色或棕黑色粉末，相对密度 5.026。不溶于水和硝酸，溶于丙酮。与冷盐酸反应生成高价氯化锰的棕色溶液，经受热放出氯气并形成氯化锰。在氢气中加热至 200℃左右，生成三氧化二锰及四氧化三锰。在热浓硫酸中放出氧而成硫酸锰。与苛性钠和氧化剂共熔生成锰酸盐。与硫黄加热时，形成二氧化硫及硫化锰。在高温下遇碳还原成金属锰。420℃时遇一氧化碳还原为一氧化锰。遇双氧水或氯酸钾发生催化分解。加热到 535℃分解脱氧，生成低价锰的氧化物。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标	
		一级品	合格品
二氧化锰(MnO_2)/%	≥	90	88
总锰(Mn)/%	≥	59	58
铁(Fe)/%	≤	0.35	0.35
水分/%	≤	3	3
酸不溶物/%	≤	0.3	0.4
碱和碱土金属/%	≤	2	2
重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.03	0.03
细度(通过 200 目)/%	≤	90	90
pH 值	≥	5～7	5～7

【用途】 主要用在干电池中作去极化剂，合成工业的催化剂和氧化剂，玻璃工业和搪瓷工业中的良好着色剂、消色剂和脱铁剂等。用于制造金属锰、特价合金、锰铁铸件、防毒面具和电子材料氧化体等。另外，还可用于橡胶工业增加橡胶的黏性。可在化学实验中用催化剂，可将低价铁盐氧化成高铁盐，使玻璃的蓝绿色转为弱黄色。电子工业中用以制锰锌铁氧体磁性材料，炼钢工业中用作铁锰合金的原料，浇铸工业的增热剂。化学工业中用作氧化剂（如紫红素合成）、有机合成的催化剂、涂料和油墨的干燥剂。也用作火柴工业的助燃剂，陶瓷、搪瓷的釉药和锰盐的原料。还用于烟火、水的净化除铁、医药、肥料及织物印染等方面。

【制法】

（1）硝酸锰法　将软锰矿与煤粉混合，经还原焙烧使高价锰还原成一氧化锰，用硝酸及硫酸浸取，经过滤、净化，得硝酸锰溶液，再经浓缩、热分解得二氧化锰，最后经稀硝酸精制、硫酸活化处理、水洗、干燥，制得化学二氧化锰产品。其反应式如下：

$$MnO_2+C \longrightarrow MnO+CO$$

$$MnO_2+CO \longrightarrow MnO+CO_2$$

$$MnO+2HNO_3 \longrightarrow Mn(NO_3)_2+H_2O$$

$$Mn(NO_3)_2 \longrightarrow MnO_2+2NO_2$$

（2）碳酸锰法　软锰矿细粉碎与煤粉混合，进行还原焙烧生成氧化亚锰，用硫酸浸取，所得硫酸锰溶液中和到 pH 4～6，沉淀杂质过滤除渣，滤液加硫化钠净化，经压滤，加入碳酸氢铵及晶种生成碳酸锰沉淀，在空气中通水蒸气于大约 450℃下焙烧热分解，生成二氧化锰，剩余的碳酸锰及低价氧化锰经硫酸溶出、氯酸钠重质化，再经洗涤、烘干得化学二氧化锰。其反应式如下：

$$2MnO_2+C \longrightarrow 2MnO+CO_2\uparrow$$

$$MnO+H_2SO_4 \longrightarrow MnSO_4+H_2O$$

$$MnSO_4+NH_4HCO_3 \longrightarrow MnCO_3+NH_4HSO_4$$

$$MnCO_3+\frac{1}{2}O_2 \longrightarrow MnO_2+CO_2\uparrow$$

$$MnCO_3+H_2SO_4 \longrightarrow MnSO_4+H_2O+CO_2\uparrow$$

$$5MnSO_4+2NaClO_3+4H_2O \longrightarrow 5MnO_2+Na_2SO_4+4H_2SO_4+Cl_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：氧化锰粉尘可引起人的锰

尘肺。高价锰氧化物，不论侵入机体的途径，其毒性作用对大脑有损伤。其他参见金属锰。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的麻袋或编织袋包装，每袋净重 50kg。贮存在阴凉、干燥的库房中，注意防潮，勿与酸类和氧化剂共贮混运。运输时要防雨淋和日光曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和灭火器扑救。

【生产单位】 上海球龙化工有限公司，枝江开元化工有限责任公司，湖南长沙蓝天化工实业有限公司，湖南青冲锰业有限公司。

Ak005 电解二氧化锰

【英文名】 manganese dioxide，electrolytic

【结构式】 MnO_2

【物化性质】 电解二氧化锰分为：①普通型；②碱锰型；③无汞碱锰型；④普通型实用锌锰电池类。其他参见化学二氧化锰。

【质量标准】 轻工行业标准《无汞碱性锌-二氧化锰电池用电解二氧化锰》QB/T 2629—2004

项目	指标
二氧化锰含量(以干基计)/%	≥91.0
水分含量/%	≤2.0
铁含量/(μg/g)	≤100
铜含量/(μg/g)	≤5.0
铅含量/(μg/g)	≤10.0
镍含量/(μg/g)	≤5.0
钴含量/(μg/g)	≤5.0
钼含量/(μg/g)	≤1.0
钾含量/(μg/g)	≤500
砷含量/(μg/g)	≤1.0
硫酸根含量/%	≤1.3
盐酸不溶物含量/%	≤0.1
铵含量/(μg/g)	≤50
pH	5～7
松装密度/(g/cm^3)	1.60～1.80
粒度分布/%	
>149μm(+100 目)	≤0.5
<74μm(-200 目)	85.0～95.0
<45μm(-325 目)	≥60.0

注：pH，松装密度和粒度密度和粒度分布的要求可由供需双方协商确定。

【用途】 物理状态电解二氧化锰除作为电池的主要原料外，其他领域也得到广泛应用，如：精细化工生产过程中作氧化剂，锰锌铁氧体软磁材料中的原料。电解二氧化锰由于具有很强的催化、氧化/还原、离子交换和吸附能力，在经处理与成型后，是一种性能全面的优良净水滤料，与平常用的活性炭、沸石等净水滤料相比，具有更强的脱色和去除金属的能力。

【制法】

(1) 硫酸锰法　将菱锰矿粉与硫酸按质量比值 (1∶1.8)～(1∶2.0) 混合进行反应，生成硫酸锰，正常情况下使用电解槽的循环酸，并补充部分硫酸，待 pH 为 4 时，加入少量二氧化锰粉，将溶液中的 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+}，再加石灰乳中和至 pH 近中性，加入硫化钡饱和溶液，使重金属离子生成硫化物沉淀，经过滤配制成电解液组成为 $MnSO_4$ (120±20) g/L、H_2SO_4 (30±10) g/L，在温度 (93±5)℃、槽电压 2～3V 下，通常经 20～30d 电解，在阳极上沉积生成块状粗品，粗品经剥离、粉碎，用水多次漂洗，并加入碳酸氢钠中和至 pH 5～7，再经过滤、干燥、粉碎，制得电解二氧化锰产品。其反应式如下：

$$MnCO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow MnSO_4 + H_2O + CO_2\uparrow$$

$$2FeSO_4 + MnO_2 + 2H_2SO_4 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + MnSO_4 + 2H_2O$$

$$Fe_2(SO_4)_3 + 6H_2O \longrightarrow 3H_2SO_4 + 2Fe(OH)_3\downarrow$$

$$MnSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{电解} MnO_2 + H_2SO_4 + H_2$$

（2）氯化锰法　将菱锰矿与过量盐酸进行反应，生成氯化锰溶液，待反应完成后，加入石灰进行中和，控制 pH4 左右，加入氧化剂过氧化氢使 Fe^{2+} 氧化生成氢氧化铁沉淀而除去，净化的氯化锰溶液加入硝酸锰配成电解液，使氯化锰浓度为 0.5～2.0mol/L，HCl 的浓度为 0.01～1.0mol/L。电解液中可加入含量 10%～15%的硝酸锰，在温度 85～95℃下电解，这样可解决电解过程中微量氯放出反应所造成的空气污染及腐蚀问题。电解得到纤维状二氧化锰，再经粗品剥离、粉碎、中和漂洗、过滤、干燥、粉碎，制得电解二氧化锰产品。其反应式如下：

$$MnCO_3 + 2HCl \longrightarrow MnCl_2 + H_2O + CO_2\uparrow$$

$$MnCl_2 + 2H_2O \xrightarrow{电解} MnO_2 + 2HCl + H_2\uparrow$$

【安全性】 参见化学二氧化锰。

【生产单位】 桂林正成工业有限公司，青岛红星化工集团有限公司，广西全州县天星化工厂，湘潭电化科技股份有限公司。

Ak006 四氧化三锰

【英文名】 manganomanganic oxide；trimanganese tetraoxide

【结构式】 Mn_3O_4

【物化性质】 棕红色或褐色结晶粉末，经灼烧成结晶，是一种尖晶石，离子结构为 $Mn^{2+}(Mn^{3+})_2O_4$，其中 Mn^{2+} 和 Mn^{3+} 分布在两种不同的晶格位置上。在温度 1443K 以下时，四氧化三锰为扭曲的四方晶系尖晶石结构，而 1443K 以上时则为立方尖晶石结构。在自然界中以黑锰矿形式存在，是最稳定的氧化物。相对密度 4.856，熔点 1564℃，不溶于水，可溶于盐酸。

【质量标准】 国家标准《软磁铁氧体用四氧化三锰》GB/T 21836—2008

牌号			RM-06A	RM-06B	RM-15A	RM-15B
化学成分(质量分数)/%	锰(Mn)	≥	71.0	71.0	70.0	70.0
	二氧化硅(SiO_2)	≤	0.01	0.01	0.01	0.01
	氧化钙(CaO)	≤	0.01	0.01	0.01	0.01
	氧化镁(MgO)	≤	0.01	0.01	0.01	0.01
	氧化钠(Na_2O)	≤	0.005	0.005	0.005	0.005
	氧化钾(K_2O)	≤	0.005	0.005	0.005	0.01
	三氧化二铁(Fe_2O_3)	≤	0.70	0.70	0.70	0.70
	硫(S)	≤	0.05	0.05	0.05	0.05
	硒(Se)	≤		0.002		0.002

注：以上化学成分均以干基计。

说明：按软磁铁氧体用四氧化三锰产品的比表面和硒含量将产品分为四个牌号：RM-06A、RM-06B、RM-15A 和 RM-15B，其中 RM 表示软磁铁氧化体用四氧化三锰的软和锰的汉语拼音第一个字母，06 为低比表面产品，15 为高比表面产品；A 表示硒产品，B 为无硒（或低硒）产品。

【用途】 主要用于电子工业，是生产软磁铁氧体的原料。软磁铁氧体是由锰、锌、铁的氧化物按一定配比混合后烧结成型制造的，具有狭窄的剩磁感应曲线，可以反复磁化，同时其直流电阻率很高，可以避免涡流损失。可用作电子计算机中存贮信息的磁芯、磁盘和磁带，电话用变压器和高品质电感器，电视回扫变压器，磁记录用磁头，电感器，磁放大器，饱和电感

器，天线棒等。此外还可用作某些涂料的色料，含有四氧化三锰的油漆或涂料喷洒在钢铁上比含二氧化钛或含氧化铁的涂料具有更好的抗腐蚀性能。

【制法】

（1）焙烧法　将金属锰或锰的氧化物、氢氧化物、硫酸盐、碳酸盐、亚硫酸盐、硝酸盐及高锰酸盐在空气中或氧气中，于1000℃灼烧，经冷却、粉碎制得四氧化三锰。如以高纯β-MnO_2为原料，于980～1000℃下，在沸腾炉中焙烧，经冷却、粉碎制得γ-Mn_3O_4产品。其反应式如下：

$$3MnO_2 \longrightarrow Mn_3O_4 + O_2$$

（2）还原法　用二氧化锰或水锰矿为原料，先经焙烧成三氧化二锰，再在甲烷气体存在下，于250～500℃进一步还原生成四氧化三锰，经冷却、粉碎制得四氧化三锰成品。其反应式如下：

$$2MnOOH \longrightarrow Mn_2O_3 + H_2O$$

$$3Mn_2O_3 + \frac{1}{4}CH_4 \longrightarrow 2Mn_3O_4 + \frac{1}{4}CO_2 + \frac{1}{2}H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见金属锰。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋（包）净重25kg、50kg。应贮存在干燥、通风的库房中，注意防潮，勿与酸类和氧化剂共贮混运。失火时，可用水、砂土和灭火器扑救。

【生产单位】　广西全州县天星化工厂，上海球龙化工有限公司，湖南特种金属材料厂，中钢集团安徽天源科技股份有限公司。

Ak007 碳酸锰

【别名】　锰白

【英文名】　manganous carbonate

【结构式】　$MnCO_3$

【物化性质】　玫瑰色三角晶系菱形晶体或无定形亮白棕色粉末。相对密度3.125，几乎不溶于水，微溶于含二氧化碳的水中。溶于稀无机酸，微溶于普通有机酸中，不溶于醇和液氨。在干燥空气中稳定。潮湿时易氧化，形成三氧化二锰而逐渐变为棕黑色，受热时分解放出二氧化碳。与水共沸时即水解。在沸腾的氢氧化钾中生成氢氧化锰。

【质量标准】　化工行业标准《工业碳酸锰》HG/T 4203—2011

项目		一等品	合格品
碳酸锰(以Mn计)/%	≥	42.5	41.5
氯化物(以Cl^-计)/%	≤	0.01	0.02
硫酸盐(以SO_4^{2-}计)/%	≤	0.6	0.8
细度(45μm筛余物)/%	≤	协商	

【用途】　是生产电信器材用软磁铁氧体的原料。工业碳酸锰广泛用作脱硫的催化剂、瓷釉颜料、清漆催干剂和制造其他锰盐的原料。也用于医药、机械零件和磷化处理等方面。农业用碳酸锰作微量元素肥料其含量可稍低。

【制法】

（1）复分解法　用净化后的硫酸锰溶液与碳酸氢铵复分解生成碳酸锰。

$$MnSO_4 + 2NH_4HCO_3 \longrightarrow MnCO_3\downarrow + (NH_4)_2SO_4 + CO_2\uparrow + H_2O$$

（2）菱锰矿法　将硫酸溶液和菱锰矿粉按一定比例混合进行反应，生成的硫酸锰溶液经净化、分离，加碳酸氢铵中和，再经洗涤、脱水、干燥，制得碳酸锰产品。其反应式如下：

$$MnCO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow MnSO_4 + H_2O + CO_2\uparrow$$

$$MnSO_4 + 2NH_4HCO_3 \longrightarrow MnCO_3 + (NH_4)_2SO_4 + H_2O + CO_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：参见金属锰。

包装及贮运：用内衬三层聚乙烯塑料袋的聚丙烯编织袋包装，每袋净重25kg或50kg。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，应防止受潮、受热及变质。运输时要防雨淋和日晒，装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和灭火器扑救。

【生产单位】 上海球龙化工有限公司，广西全州县天星化工厂，重庆福斯达化工有限公司，淮安市蓝天化工有限公司。

Ak008 高纯碳酸锰

【英文名】 manganous carbonate，high-purity

【结构式】 $MnCO_3$

【物化性质】 参见碳酸锰。

【质量标准】 化工行业标准《软磁铁氧体用碳酸锰》HG/T 2836—2011

指标名称		Ⅰ型	Ⅱ型		Ⅲ型	
			优等品	一等品	一等品	合格品
碳酸锰(以 Mn 计)含量/%	≥	44.0～46.0				43.0～46.0
氯化物(Cl)含量/%	≤	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)含量/%	≤	0.05	0.30	0.30	0.30	0.50
二氧化硅(SiO_2)含量/%	≤	0.01	0.01	0.02	0.02	0.05
铝(Al)含量/%	≤	0.01	0.01	0.02	0.02	0.05
钾(K)含量/%	≤	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
钠(Na)含量/%	≤	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
钙(Ca)含量/%	≤	0.03	0.03	0.09	0.30	1.0
镁(Mg)含量/%	≤	0.02	0.02	0.05	0.10	0.50
铅(Pb)含量/%	≤	0.01	0.005	0.01	0.01	0.02
粒度(45μm 实验筛余物)/%	≤	1.0	3.0	3.0	—	—

注：Ⅰ型和Ⅱ型：用于高磁导率铁氧体，高饱和磁感应强度，低功耗铁氧体，高稳定性，低损耗铁氧体。Ⅲ型：用于一般铁氧体。

【用途】 主要用于制造通信器材中的导磁材料，即高性能的锰锌铁氧体。

【制法】

金属锰法：将金属锰溶解于硝酸进行反应，生成的硝酸锰溶液用硫化氢净化除重金属，过滤后将硝酸锰净化液与碳酸氢铵进行复分解反应，生成碳酸锰，沉淀物经洗涤、过滤、脱水、干燥，制得高纯碳酸锰成品。其反应式如下：

$$Mn+4HNO_3 \longrightarrow Mn(NO_3)_2+2NO_2+2H_2O$$

$$Mn(NO_3)_2+2NH_4HCO_3 \longrightarrow MnCO_3\downarrow+2NH_4NO_3+CO_2\uparrow+H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见金属锰。

包装及贮运：参见碳酸锰。

【生产单位】 广西大锰锰业有限公司，湘潭湘鹤电解材料有限公司，重庆杜洲化工冶金有限公司，湖南化学试剂总厂，青岛红星化工集团有限公司。

Ak009 硝酸锰

【英文名】 manganous nitrate

【结构式】 $Mn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$

【物化性质】 无色或玫瑰红色单斜晶系结晶。相对密度 1.82，熔点 25.8℃，沸点 129.4℃。易溶于水，微溶于醇。工业品通常为含 61%～70%的硝酸锰溶液。

【质量标准】 参考标准

指标名称		液体
硝酸锰[$Mn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$]/%	≥	50
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)/%	≤	0.05
铁(Fe)/%	≤	0.02
氯化物(以 Cl^- 计)/%	≤	0.05
水不溶物/%	≤	0.05

【用途】 用作制造二氧化锰的原料及中间体，也用作陶瓷着色剂和金属磷化剂。

【制法】

(1) 软锰矿法　将软锰矿与煤粉按一定比例混合，进行焙烧，生成的一氧化锰与硝酸反应生成硝酸锰，后经过滤、浓缩，制得硝酸锰溶液，其反应式如下：

$$MnO_2+C \longrightarrow MnO+CO\uparrow$$

$$MnO_2+CO \longrightarrow MnO+CO_2\uparrow$$

$$MnO+2HNO_3 \longrightarrow Mn(NO_3)_2+H_2O$$

(2) 金属锰法　将金属锰加入稀硝酸溶液进行反应生成硝酸锰，溶液经净化、过滤，制得硝酸锰溶液。其反应式如下：

$$3Mn+8HNO_3 \longrightarrow 3Mn(NO_3)_2+2NO+4H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见金属锰。

包装及贮运：溶液装于塑料桶内，外用木板箱包装，每桶净重25kg。应贮存于通风、干燥的库房中，应防止受潮、受热，运输时防雨淋和日光曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】　淮安市蓝天化工有限公司，太原市欣吉达化工有限公司，上海球龙化工有限公司，重庆华琦精细化工有限公司。

Ak010 酸式磷酸锰

【别名】　马日夫盐

【英文名】　manganous dihydrogen phosphate; mazhex salt

【结构式】　$Mn(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$

【物化性质】　白色至灰白色或带微红色的结晶。能溶于水起水解作用而成絮状沉淀，水溶液呈酸性，不溶于醇，有吸湿性。与氧化物接触极易变质，有腐蚀作用。高于100℃时脱水生成无水物。

【质量标准】　化工行业标准 HG/T 2831—2009

续表

指标名称	一等品	合格品
磷酸及磷酸盐(以P_2O_5计)含量/%	46.0～52.0	46.0～52.0
锰(Mn)含量/%　≥	14.5	14.0
铁(Fe)含量/%　≤	0.2	0.5
硫酸盐(以SO_4^{2-}计)含量/%　≤	0.05	0.07
总碱度(滴定)　≥	26.0	25.0
水不溶物含量/%　≤	3.0	6.0
加热减量/%　≤	19.0	19.0

【用途】　用于钢铁制品，特别是大型机械设备的磷化处理，作磷化剂，可起到防锈效果。在国防工业中用作各种武器等的润滑层和防护层。

【制法】

(1) 碳酸锰法　将磷酸与碳酸锰按一定比例混合进行反应，经澄清除去杂质，再经浓缩、结晶、离心分离制得酸式磷酸锰。其反应式如下：

$$MnCO_3+2H_3PO_4 \longrightarrow Mn(H_2PO_4)_2+H_2O+CO_2\uparrow$$

(2) 硫酸锰法　将硫酸锰与纯碱反应生成碳酸锰，洗涤后与磷酸反应生成酸式磷酸锰，加热至70～80℃，加入碳酸钡除硫酸根，澄清24h，抽滤除渣，滤液经浓缩、结晶、离心分离，制得酸式磷酸锰。其反应式如下：

$$MnSO_4+Na_2CO_3 \longrightarrow MnCO_3+Na_2SO_4$$

$$MnCO_3+2H_3PO_4 \longrightarrow Mn(H_2PO_4)_2+CO_2\uparrow+H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见金属锰。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的聚丙烯编织袋包装，每桶净重25kg或50kg。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，容器必须密封，防止受潮、受热。运输时要防雨淋、日晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土及各种灭火器扑救。

【生产单位】　淮安市蓝天化工有限公司，

山东济宁红光化工厂，上海球龙化工有限公司，怀化市金德贸易有限公司。

Ak011 硫酸锰

【英文名】 manganous sulfate

【结构式】 $MnSO_4 \cdot H_2O$

【物化性质】 浅粉红色单斜晶系细结晶。相对密度 2.95，易溶于水，不溶于乙醇。加热到 200℃以上开始失去结晶水，约 280℃时失去大部分结晶水，700℃时成无水盐熔融物，850℃时开始分解，因条件不同而放出三氧化硫、二氧化硫或氧气，残留黑色的不溶性四氧化三锰约在 1150℃完全分解。

【质量标准】

1. 化工行业标准 HG/T 2962—2010

指标名称		工业级
硫酸锰($MnSO_4 \cdot H_2O$)含量/%	≥	98.0
锰(以 Mn 计)含量/%	≥	31.8
铁(Fe)含量/%	≤	0.004
氯化物(以 Cl^- 计)含量/%	≤	0.005
水不溶物含量/%	≤	0.05
pH 值		5.0～6.5

2. 化工行业标准 HG/T 2936—1999

指标名称		饲料级
硫酸锰($MnSO_4 \cdot H_2O$)/%	≥	98.0
锰(Mn)/%	≥	31.8
砷(As)/%	≤	0.0005
重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.0010
水不溶物/%	≤	0.05
细度(通过 250μm 试验筛)/%	≤	95

【用途】 是重要的微量元素肥料之一，可用于作基肥、浸种、拌种、追肥及叶面喷洒，能促使作物生长，增加产量。在畜牧业和饲料业中用作饲料添加剂，可使牲畜和家禽发育良好，并有催肥效果。也是加工油漆、油墨催干剂萘酸锰溶液的原料，合成脂肪酸时用作催化剂。此外，还可用作造纸、陶瓷、印染、矿石浮选、电解锰的生产原料及制造其他锰盐的原料。

【制法】

(1) 软锰矿法　将软锰矿粉与煤粉以一定的比例混合焙烧，生成氧化锰。冷却至室温，用硫酸进行酸解，除去杂质后，硫酸锰精滤液经蒸发浓缩、结晶、离心分离、热风干燥，制得硫酸锰成品，其反应式如下：

$$MnO_2 + C \longrightarrow MnO + CO$$

$$MnO_2 + CO \longrightarrow MnO + CO_2$$

$$MnO + H_2SO_4 \longrightarrow MnSO_4 + H_2O$$

(2) 还原浸取法　将软锰矿、硫酸和一定量还原剂混合反应，经熟化，用水浸取，过滤除渣得硫酸锰溶液，再经浓缩、结晶、分离、干燥，制得硫酸锰产品。反应所用还原剂可根据条件，选用硫酸亚铁、黄铁矿、铁屑、淀粉、木屑等均可。目前以硫酸亚铁、黄铁矿应用较多。以黄铁矿为还原剂，用水浸取直接制硫酸锰溶液，其反应式如下：

$$FeS_2 + H_2SO_4 + 6H_2O \longrightarrow FeSO_4 + 2H_2SO_3 + 5H_2\uparrow$$

$$MnO_2 + H_2SO_3 \longrightarrow MnSO_4 + H_2O$$

$$H_2 + H_2SO_4 + MnO_2 \longrightarrow MnSO_4 + 2H_2O$$

$$2FeSO_4 + 2H_2SO_4 + MnO_2 \longrightarrow MnSO_4 + Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见金属锰。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋包装，每袋净重 50kg。贮存在通风、干燥的库房中，防止风化与受潮。运输时防雨淋和日光曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。堆放高度以 5 包为好。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产企业】 重庆福斯达化工有限公司，广西大锰锰业有限公司，湖南长沙蓝天化工实业有限公司，牡丹江市丰达化工进出口有限责任公司。

Ak012 锰酸锂

【英文名】 lithium manganate

【结构式】 $LiMn_2O_4$

【物化性质】 通常为尖晶石相，工作电压3.5～4.3V，理论比容量148mA·h/g，而实际约为110mA·h/g，阴极密度4.28g/cm³，其锂/锰摩尔比为0.45～0.5。

【质量标准】 有色金属行业标准 YS/T 677—2008

化学成分和水分		含量(质量分数)/%
主含量	Mn	58.0±1.0
	Li	4.2±0.3
杂质含量	K	≤0.10
	Na	≤0.05
	Fe	≤0.03
	Ca	≤0.03
	Cu	≤0.03
水分	H_2O	≤0.05

【用途】 主要用于高性能锂离子电池正极材料。

【制法】 合成法：以二氧化锰、碳酸锰、硝酸锰或醋酸锰和氢氧化锂、碳酸锂或硝酸锂作原料，准确分析各种材料的成分和含量，使锂与锰的摩尔比在0.45～0.5范围，通过球磨混合均匀后，置于模具中，在油压机上压成块状，放置于高温烧结炉中烧结，温度在600～800℃，烧结共36h后，取出粉碎球磨，过300目分样筛，收集产品。其合成反应式如下：

$$4MnO_2+Li_2CO_3 \longrightarrow 2LiMn_2O_4+CO_2+\frac{1}{2}O_2$$

$$4MnCO_3+Li_2CO_3+\frac{3}{2}O_2 \longrightarrow 2LiMn_2O_4+5CO_2\uparrow$$

$$4MnO_2+2LiOH \longrightarrow 2LiMn_2O_4+H_2O+\frac{1}{2}O_2$$

【安全性】

毒性及防护：锰可造成中枢神经系统严重病变，锂对胃肠道、肾脏和中枢神经系统有损害。生产中有粉尘时采用防尘口罩，浓度大时，使用带过滤器的工业防毒面具。生产过程应防止粉尘，工作人员定期体检。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的木桶或铁桶包装。应贮存在干燥、通风的库房中，注意防潮，勿与酸类和氧化剂共贮混运。失火时，可用水、砂土和灭火器扑救。

【生产单位】 天津巴莫科技股份有限公司，深圳市天骄科技开发有限公司，湖南长远理科有限公司，宁波金和新材料股份有限公司，北京当升新材料科技股份有限公司。

Ak013 镍钴锰酸锂

【英文名】 lithium nickel cobalt manganese oxide

【结构式】 $LiNi_xCo_yMn_{1-x-y}O_2$

【物化性质】 球形或类球形颗粒，固体黑色粉末，流动性好，无结块物相。

【质量标准】 有色金属行业标准 YS/T 798—2012

化学成分		含量(质量分数)/%
主元素	Ni+Co+Mn	58.5±1.5
	Li	7.5±1.0
杂质元素	Na	≤0.03
	Mg	≤0.03
	Ca	≤0.03
	Fe	≤0.03
	Zn	≤0.03
	Cu	≤0.03
	Si	≤0.03
	SO_4^{2-}	≤0.5
	Cl^-	≤0.05

【用途】 主要用于锂离子电池正极材料，如动力电池、工具电池、聚合物电池、圆柱电池、铝壳电池等。镍钴锰酸锂是在钴酸锂基础上经过改进而成具有较高安全性

的正极材料，其凭借容量高、热稳定性能好、充放电压宽等优良的电化学性能而受到广泛关注，目前是锂离子电池正极材料的首选材料之一。镍钴锰酸锂在层状结构中以 Ni 和 Mn 取代部分 Co，减少了钴的用量，降低了成本，而且提高了能量密度，目前已在动力型和小型锂离子电池中得到广泛应用。

【制法】

(1) 高温固相法　一般是将计量比的锂源、镍源、钴源、锰源等采用机械设备进行细化和混合均匀，然后再通过高温焙烧得到三元材料。

(2) 共沉淀法　将镍、钴、锰的盐溶解到水溶液中，加入合适的沉淀剂将镍钴锰同时沉淀出来得到三元前驱体，过滤、洗涤、干燥后和锂盐进行混合，最后经过高温焙烧得到三元材料。

【安全性】

毒性及防护：镍钴锰酸锂化合物本身的毒性较低，但由于含有具有生物化学活性的镍、钴和锰元素，故能激活或抑制一系列的酶而发挥其毒性。镍可引起中枢性循环和呼吸紊乱，使心肌、脑、肺和肾出现水肿、出血和变性。钴元素能导致脱发，会严重损害人体血液内的细胞组织，造成白细胞减少，引起血液系统疾病，锰可造成中枢神经系统严重病变，锂对胃肠道、肾脏和中枢神经系统有损害。生产中有粉尘时采用防尘口罩，浓度大时，使用带过滤器的工业防毒面具，生产过程应防止产生粉尘，工作人员定期体检。

包装及贮运：用纸箱封装，内衬两层扎口的 PE 塑料袋，25kg/桶。贮存在常温、相对深度<90%、密封和防潮的环境中。

【生产单位】　天津巴莫科技股份有限公司，深圳市天骄科技开发有限公司，北京当升材料科技股份有限公司，宁波金和新材料股份有限公司，北大先行科技产业有限公司。

Ak014 高锰酸钾

【别名】　灰锰氧

【英文名】　potassium permanganate

【结构式】　$KMnO_4$

【物化性质】　红紫色斜方晶系，粒状或针状结晶，有金属光泽。相对密度 2.703，溶于水成深紫红色溶液，微溶于甲醇、丙酮和硫酸。遇乙醇、过氧化氢则分解，加热至 240℃以上放出氧气。强氧化剂，在酸性介质中还原成 Mn^{2+}，碱性或中性介质中还原为二氧化锰，与 Mn^{2+} 作用生成二氧化锰，反应过程中均放出氧。与浓硫酸接触易发生爆炸，在冷却情况下，与浓硫酸作用析出高锰酸酐黑绿色的油状液体。与有机物接触、摩擦、碰撞，因受热放出氧会引起燃烧。

【质量标准】

1. 国家标准 GB/T 1608—2008

指标名称	指标(工业级)		
	Ⅰ类		Ⅱ类
	优等品	一等品	
高锰酸钾($KMnO_4$)含量/% ≥	99.3	99.0	97.0
氯化物(以 Cl^- 计)含量/% ≤	0.01	0.02	—
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)含量/% ≤	0.05	0.10	—
水不溶物含量/% ≤	0.20	0.25	—
镉(Cd)含量/% ≤	—	—	0.01
铬(Cr)含量/% ≤	—	—	0.05
汞(Hg)含量/% ≤	—	—	0.002
流动性			通过试验
黏度:425μm 筛余物/% ≤	—	—	20
75μm 筛余物/% ≤	—	—	7

注：本标准Ⅰ型产品中优等品采用日本标准 TISK1436—71 (88)，达到国际水平；Ⅱ型产品等级采用美国标准 ANSI/AWWAB 603—88，达到国际水平。

2. 国家标准 GB 2513—2004

指标名称		指标
		（食品级）
高锰酸钾($KMnO_4$)/%	≥	99.3
氯化物及氯酸盐(以 Cl^- 计)/%	≤	0.01
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)/%	≤	0.05
水不溶物/%	≤	0.20
砷(As)/%	≤	0.0002

【用途】 在化学品生产中广泛用作氧化剂，如用作制糖精、维生素 C、异烟肼及安息香酸的氧化剂；在医药上用作防腐剂、消毒剂、除臭剂及解毒剂；在水质净化及废水处理中，作水处理剂，以氧化硫化氢、酚、铁、锰和有机、无机等多种污染物，控制臭味和脱色；在气体净化中，可除去痕量硫、砷、磷、硅烷、硼烷及硫化物；在采矿冶金方面，用于从铜中分离钼，从锌和镉中除杂，以及用作化合物浮选的氧化剂；还用作特殊织物、蜡、油脂及树脂的漂白剂，防毒面具的吸附剂，木材及铜的着色剂等。食品级用作漂白剂、消毒剂、脱臭剂、水质净化剂及饮料用二氧化碳的精制剂。

【制法】

（1）焙烧法　用氢氧化钾熔融脱水，与软锰矿粉混合，经冷却粉碎后，在240℃温度下吸收空气中的氧，氧化焙烧缓慢地转化为锰酸钾，用水或稀溶液浸取后，压滤，配制电解液组成为：锰酸钾160～180g/L，氢氧化钾（游离）45～60g/L，碳酸钾＜60g/L。电解终点控制电解液中锰酸钾40～60g/L，氢氧化钾（游离）90～110g/L，经离心分离得高锰酸钾粗品，再经重结晶、离心分离、干燥制得高锰酸钾成品。其反应式如下：

$$4KOH+2MnO_2+O_2 \longrightarrow 2K_2MnO_4+2H_2O$$

$$2K_2MnO_4+2H_2O \xrightarrow{电解} 2KMnO_4+2KOH+H_2\uparrow$$

离心分离后的母液经蒸发回收锰酸钾，经苛化回收氢氧化钾。

（2）液相氧化法　氢氧化钾经预热，在200℃以上吹入富氧空气或空气，与软锰矿粉进行液相氧化反应，二氧化锰先氧化成亚锰酸钾，再进一步氧化生成锰酸钾。氢氧化钾浓度控制在60%～70%，与二氧化锰的摩尔比值为（30～60）：1。锰酸钾经沉降分离，上层氢氧化钾回收，再经析晶、压滤，用电解母液溶解，并加入氢氧化钙溶液苛化，压滤后配制电解液进行电解，高锰酸钾粗品离心分离，再经重结晶、离心分离、干燥制得高锰酸钾成品。其反应式如下：

$$2MnO_2+6KOH+\frac{1}{2}O_2 \longrightarrow 2K_3MnO_4+3H_2O$$

$$2K_3MnO_4+\frac{1}{2}O_2+H_2O \longrightarrow 2K_2MnO_4+2KOH$$

$$2K_2MnO_4+2H_2O \xrightarrow{电解} 2KMnO_4+2KOH+H_2\uparrow$$

离心分离后的母液，经蒸发回收锰酸钾，再经苛化回收氢氧化钾。

【安全性】

毒性及防护：对眼睛有刺激作用，能刺激黏膜，使眼介质着色。如溅入，应迅速向眼内滴入1%过氧化氢和1%醋酸，能使着了色的眼介质褪色。其他参见金属锰。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重50kg。贮存于通风、干燥的库房中。与有机物、易燃物、酸类，特别是硫酸、双氧水、甘油隔离贮运，远离火种和热源。运输时防雨淋和日光曝晒，注意防潮。搬运时要轻拿轻放，防止包装破损。装卸工作人员穿工作服、戴手套。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 重庆嘉陵化学制品有限公司，云南群星化工有限公司，广东航鑫科技股份有限公司，湖南湘潭金州化工有限公司，济南槐荫化工总厂。

Ak015 高锰酸钠

【英文名】 sodium permanganate

【结构式】 $NaMnO_4 \cdot 3H_2O$

【物化性质】 红紫色晶体或粉末，不易得到无水物。相对密度 2.47，170℃时分解。易溶于水、乙醇和乙醚，溶于液氨。在碱中分解，不易得到无水盐。氧化性较强，其化学性质与高锰酸钾相似。

【质量标准】 参考企业标准 Q/GDHX 1—2011

项目		指标	
		优等品	一等品
高锰酸钠含量($NaMnO_4$)/%	⩾	40.0	40.0
水不溶物含量/%	⩽	0.005	0.01
钾(K)含量/%	⩽	0.18	0.22
pH 值	⩽	6～7	6～8
密度/(g/cm^3)	⩽	1.36～1.39	1.36～1.39
氯化物(以 Cl^- 计)含量/%	⩽	0.01	0.02
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)含量/%	⩽	0.01	—
钡(Ba)含量/%	⩽	0.01	—
铅(Pb)含量/%	⩽	0.002	—
镉(Cd)含量/%	⩽	0.002	—

【用途】 用作氧化剂、防腐剂、除臭剂、杀菌剂、消毒剂及吗啡和磷的解毒剂等。可作高锰酸钾的代用品，用于甲苯法糖精生产中的氧化剂，还用于邻甲苯磺酰胺的精制和含酚废水处理等。

【制法】 氯气氧化法：将粉碎至 100 目以上的软锰矿粉（或回收二氧化锰）按（1∶0.9）～（1∶1.10）的配比与烧碱混合，经加热于 400～500℃下氧化焙烧 8～12h，使二氧化锰转化成锰酸钠，然后用水或母液溶浸，在 93～95℃时通入氯气，直至 pH 值为 6.5～6.8，制得高锰酸钠溶液，再经蒸发浓缩、结晶、离心分离，制得高锰酸钠晶体成品。其反应式如下：

$$4NaOH + 2MnO_2 + O_2 \longrightarrow 2Na_2MnO_4 + 2H_2O$$

$$2Na_2MnO_4 + Cl_2 \longrightarrow 2NaMnO_4 + 2NaCl$$

$$Na_2MnO_4 + 2Cl_2 + 4NaOH + MnO_2 \longrightarrow 2NaMnO_4 + 4NaCl + 2H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见高锰酸钾。

包装及贮运：液体产品一般为本厂自用，用泵输入贮槽即可，不必包装。也可用聚乙烯塑料桶或贮罐密闭包装，液体产品用聚乙烯塑料桶或贮罐密闭包装。贮存于阴凉、通风、干燥的库房中。运输时防止日晒和雨淋。严禁与其他商品混放，远离热源和火种。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。操作人员应穿工作服、戴手套。失火时，可用水及砂土扑救。

【生产单位】 广东航鑫科技股份有限公司。

Ak016 硫酸锰铵

【别名】 六水合硫酸锰铵；硫酸铵锰；硫酸亚锰铵

【英文名】 ammonium manganese (Ⅱ) sulfate

【结构式】 $3MnSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4$

【物化性质】 浅粉红色单斜晶系结晶或粉末，相对密度 1.83。可溶于水，赤热时失去其中全部硫酸铵，在湿空气中有潮解现象。

【质量标准】 参考企业标准（北京恒业中远化工有限公司）

项目		化学纯
含量/%	⩾	94.0
杂质最高含量/%		
水不溶物	⩽	0.025
氯化物(Cl^-)	⩽	0.003
硝酸盐(NO_3)	⩽	0.003
铁(Fe)	⩽	0.008
重金属(以 Pb 计)	⩽	0.001
碱土金属	⩽	0.5
镍(Ni)	⩽	0.04

【用途】 农业上用作微量元素肥料，适用

于拌种、浸种和根外追肥，由于成品中含有硫酸铵，其铵易被土壤吸附而不易流失，所以该肥更适于在水田上施用。工业上用于织物整理、织物和木材加工防火剂拼料等。

【制法】

（1）合成法　将硫酸铵和硫酸锰溶液按一定比例混合，混合液经过滤除杂，再经蒸发、结晶、分离、干燥，制得硫酸铵锰。

（2）中和法　将对苯二酚含锰酸性废液先经冷却、絮凝沉降除渣，澄清液用碳酸氢铵中和到 pH3.5～4，再用氨继续中和到 pH6～7，然后加入硫化钠除铁，溶液经过滤、浓缩、脱色、过滤，然后经结晶、分离、干燥，制得硫酸铵锰产品。其反应式如下：

$$2NH_4HCO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4 + 2H_2O + 2CO_2$$

$$3MnSO_4 + (NH_4)_2SO_4 \longrightarrow 3MnSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4$$

【安全性】

毒性及防护：参见金属锰。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋或玻璃纤维袋双层包装，每袋净重40kg。塑料袋包装，每袋净重 1kg、3kg、5kg。应贮存在通风、干燥的库房中，注意防止风化与受潮。应与强氧化剂，如氯酸盐、硝酸盐等物品隔离和分开贮运，运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】　北京恒业中远化工有限公司。

Al 硝酸盐

硝酸盐系列产品广泛应用于国防工业、冶金、机械、轻工、纺织印染、化工、感光材料和玻璃等工业部门。其中产量较大的品种有工业硝酸铵、硝酸钾、硝酸钠、亚硝酸钠。

工业上生产硝酸盐的制法主要有三种。吸收法是将稀硝酸生产过程中排出的含 NO_x 的尾气用纯碱溶液吸收生成亚硝酸钠，再加入硝酸转化成硝酸钠。复分解法是硝酸钠与氯化钾进行复分解生产硝酸钾。硝酸法是硝酸与相应金属反应生成该金属硝酸盐，如金属镍与硝酸反应生成硝酸镍。在硝酸盐系列产品中大部分品种采用硝酸法生产，而且生产过程较简单。亚硝酸钠和硝酸钠一般都采用吸收法生产，因此，大部分都在稀硝酸生产厂家进行。

目前我国约有 50 多个硝酸装置，用纯碱溶液吸收稀硝酸生产过程中排出的含 NO_x 的尾气生产亚硝酸钠和硝酸钠，变害为利，对促进硝酸盐生产起到很好的作用。硝酸钾除了用复分解法合成之外，还可用天然硝土经溶解、精制、分离处理制得硝酸钾和硝酸钠。目前国内硝酸产量已超过年产 300 万吨，其中仅一小部分用于生产金属硝酸盐就能满足生产需要，因而硝酸盐系列产品得到迅速发展。

Al001 硝酸铝

【英文名】 aluminum nitrate

【结构式】 $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$

【分子量】 375.13

【物化性质】 无色斜方晶系结晶，相对密度 1.25，熔点 73.5℃。易溶于水、乙醇、丙酮、硝酸，其水溶液呈酸性，易潮解。70℃时熔融而成六水物，135℃时分解形成碱式盐，温度高于 200℃时完全分解而成氧化铝。氧化力强，与有机物接触能爆炸和燃烧。

【质量标准】 参考企业标准（夏县运力化工有限公司）《硝酸铝》 Q/YLB-06-2005

项目名称	催化剂级	工业级
含量[$Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$]/%	≥98.0	≥98.0
水不溶物/%	≤0.02	≤0.2
氯化物(Cl)/%	≤0.005	—
硫酸盐(SO_4)/%	≤0.01	—
铁(Fe)/%	≤0.003	≤0.005
重金属(以 Pb 计)/%	≤0.005	—
碱金属及碱土金属/%	≤0.5	0.5
澄清度试验	合格	合格
外观	无色结晶体	无色结晶体

【用途】 用于制造有机合成用催化剂、印染工业的媒染剂、鞣革和皮革整理剂、防腐蚀抑制剂、防汗剂、溶剂萃取法回收核燃料用盐析剂，也用于制造其他铝盐产品。

【制法】

(1) 合成法　将金属铝板用10%烧碱溶液清洗除去表面油污后，用水冲洗，放入带搅拌的反应器中，加入少量氧化汞作氧化剂，再缓慢加入约38%稀硝酸，用蒸汽加热使反应在110～115℃下进行2h，生成的反应溶液浓度为25～32°Bé，经澄清、过滤，滤液经蒸发浓缩至45～47°Bé，再经冷却结晶、离心分离，制得硝酸铝成品。其反应式如下：

$$Al+6HNO_3 \longrightarrow Al(NO_3)_3+3H_2O+3NO_2\uparrow$$

母液送至蒸发器循环使用。反应时放出的二氧化氮气体用碱液吸收可副产亚硝酸钠或硝酸钠。

(2) 铝灰-硝酸法　将烧碱溶液和铝灰加入反应器中进行反应生成铝酸钠后，加硝酸进行反应生成氢氧化铝和硝酸钠，反应液经过滤后，将氢氧化铝加硝酸溶解而成硝酸铝溶液，再经过滤、蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离，制得硝酸铝成品。其反应式如下：

$$2Al+2NaOH+2H_2O \longrightarrow 2NaAlO_2+3H_2\uparrow$$

$$NaAlO_2+HNO_3+H_2O \longrightarrow Al(OH)_3+NaNO_3$$

$$2Al(OH)_3+6HNO_3 \longrightarrow 2Al(NO_3)_3+6H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：吸入硝酸铝粉尘会损害肺部。与皮肤接触时会引起湿疹和皮炎，其粉尘能刺激眼睛、鼻腔，最高容许浓度为6mg/m^3。生产人员工作时应穿戴工作服、防护口罩、乳胶手套等劳保用品，应注意保护皮肤。生产设备要密闭，通风应良好，应注意防尘。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重50kg。包装上应有明显的“氧化剂”标志，或按客户要求。应贮存在阴凉、干燥的库房内。不得与有机物、易燃物共贮混运。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒，注意防潮。装卸时要小心轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。但要避免水溶液流到易燃货物处。

【生产单位】 太原市欣吉达化工有限公司，太原欣力化学品有限公司，上海瑞鸿化工有限公司，重庆华南无机盐工业有限公司，夏县运力化工有限公司。

AI002 工业硝酸铵

【英文名】 ammonium nitrate for technical

【结构式】 NH_4NO_3

【分子量】 80.04

【物化性质】 无色斜方晶系结晶或白色细小颗粒状结晶。相对密度1.725(25℃)，熔点169.6℃。210℃时分解放出一氧化二氮和水蒸气，如加热过猛会引起爆炸。溶于水、甲醇、乙醇、丙酮和液氨，不溶于醚。吸湿性强，易结块。在常温下对撞击、摩擦并无反应，但有引爆剂或密闭保存时，因蓄积的分解产物（二氧化氮和水蒸气）影响会引起爆炸。具有氧化性，与有机物、可燃物、亚硝酸钠、硫黄、酸等接触能引起爆炸或燃烧。各种有机杂质均能显著增加其爆炸性。

【质量标准】 国家标准《硝酸铵》GB 2945—89

(1) 结晶状硝酸铵

指标名称		工业		农业		
		优等品	一等品	优等品	一等品	合格品
硝酸铵含量(以干基计)/%	⩾	99.5		—		
总氮含量(以干基计)/%	⩾	—		34.6		
游离水含量/%	⩽	0.3	0.5	0.3	0.5	0.7
酸度		甲基橙指示剂不显色				
灼烧残渣/%	⩽	0.05		—		

注：游离水以出厂检验为准。

（2）颗粒状硝酸铵

指标名称		工业			农业		
		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
外观		无肉眼可见的杂质					
硝酸铵含量(以干基计)/%	⩾	99.5			—		
总氮含量(以干基计)/%	⩾	—			34.4	34.0	
游离水含量/%	⩽	0.6	1.0	1.2	0.6	1.0	1.5
10%硝酸铵水溶液 pH 值	⩾	5.0	4.0		5.0	4.0	
10%硝酸中不溶物含量/%	⩽	0.2			—		
防结块添加物(以氧化钙计硝酸镁和硝酸钙的含量)/%		—			0.2～0.5	—	
颗粒平均抗压强度/(N/颗粒)	⩾	5			5		
粒度(1.0～2.8mm 颗粒)/%	⩾	85			85		
松散度/%	⩾	—			80	50	—

注：允许加入新的防结块添加物，但该添加物必须经全国肥料和土壤调理剂标准化技术委员会认可。

【用途】 主要用于制造工业炸药和弹药，是制造氧化氮、维生素 B 和无碱玻璃等的原料，也用于制造烟火和杀虫剂。可用作冷冻剂、胶版印刷组分，农业上用作肥料。

【制法】

中和法：将预热至 50～60℃的硝酸与 70～80℃的氨气在 105～140℃下进行中和反应生成硝酸铵溶液，在一段蒸发室的上部溢流出，其浓度为 55%～85%硝酸铵，进入贮槽。然后补加少量氨气，使呈中性或微碱性，再送入二段蒸发器进行减压蒸发，其最终浓度系根据结晶方式而定，如采用真空结晶器结晶，溶液浓缩到 83%～93%；如采用造粒塔造粒，则溶液需蒸浓到 98.5%～99.5%，经结晶或造粒，制得硝酸铵成品。其反应式如下：

$$NH_3+HNO_3 \longrightarrow NH_4NO_3$$

【安全性】

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，包装必须严密封口，以防漏损和受潮，每袋净重 25kg 或 40kg。包装上应有明显的“氧化剂”标志。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，宜专仓专贮。防止受雨、雪和地面湿气影响。应与有机物、酸类等隔离，以防引起爆炸。不得与金属性粉末、油类、有机物质、木屑等易燃、易爆物品共贮混运，也不能和石灰氮、草木灰等碱性肥料混合贮存。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救，但要防止水

溶液流到易燃货物处。

毒性及防护：对皮肤有刺激作用，表现为皮肤剧烈瘙痒、毛囊周围发红。吸入其粉尘时会引起慢性胃炎、胆囊炎，长期接触易发生中毒性变态反应性肺水肿、心肌炎、肝炎。生产人员操作时要穿防护工作服，戴防护口罩、乳胶手套等劳保用品，防止吸入粉尘，保护呼吸器官和皮肤。生产设备要密闭，车间通风应良好。

【生产单位】 云南云天化国际化工股份有限公司，陕西兴化化学股份有限公司，合力泰科技股份有限公司，柳州化工股份有限公司。

AI003 三水硝酸铍

【英文名】 beryllium nitrate trihydrate

【结构式】 $Be(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$

【分子量】 187.068

【物化性质】 白色至微黄色结晶，易潮解。相对密度 1.557，熔点 60℃，沸点 100～200℃（分解）。易溶于水，溶于酒精，遇易氧化物、可燃物、硫、磷等的混合物，易引起着火或爆炸。遇可燃物失火，能助长火势。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
三水硝酸铍[$Be(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$]含量/% ≥	98

【用途】 汽灯和乙炔灯灯罩的硬化，用作试剂。

【制法】

（1）将氧化铍加入盛有水的反应器中，再加入硝酸溶液进行反应，然后蒸发浓缩，冷却结晶，过滤，干燥，制得三水硝酸铍。其反应式如下：

$$BeO+2HNO_3+2H_2O \longrightarrow Be(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$$

（2）由氢氧化铍或碳酸铍和过量硝酸反应制取。

$$Be(OH)_2+2HNO_3 \longrightarrow Be(NO_3)_2+2H_2O$$

【安全性】

包装及贮运：用玻璃瓶包装，每瓶净重 500g，再集中于木箱内衬垫料。包装上应有明显“氧化剂”标志。其他参见工业硝酸钠。

毒性及防护：高毒，粉尘经伤口进入，使伤口久不愈合；误服或吸入能中毒，中毒后呼吸困难，发绀等。大鼠腹腔 LD_{50}：501mg/kg。生产操作人员要穿防护服，戴防护口罩、乳胶手套等劳保用品，以防粉尘吸入和保护呼吸器官、皮肤。生产设备要密闭。车间通风良好，下班后要洗淋浴。

【生产单位】 上海一基实业有限公司，艾泰思（北京）生活科技有限公司。

AI004 五水硝酸铋

【英文名】 bismuth nitrate pentahydrate

【结构式】 $Bi(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$

【分子量】 485.071

【物化性质】 无色透明有光泽结晶。具吸湿性，有硝酸气味、酸味道。相对密度 2.83，熔点 30℃，沸点 80℃（失去 5 个结晶水），590℃以上分解变成三氧化二铋。溶于含硝酸的水中，遇水生成硝酸氧铋而沉淀，溶于甘油、丙酮，不溶于乙醇和醋酸乙酯。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
硝酸铋[$Bi(NO_3)_2 \cdot 5H_2O$]含量/% ≥	98.0
砷(As)/% ≤	0.001
氯化物(以 Cl^- 计)/% ≤	0.005
铜(Cu)/% ≤	0.03
铁(Fe)/% ≤	0.005
铅(Pb)/% ≤	0.05
银(Ag)/% ≤	0.001
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)/% ≤	0.01

【用途】 用于搪瓷、电子陶瓷、荧光材料、发光涂料及医用品。

【制法】

（1）将氧化铋加入盛有蒸馏水的反应

器中，缓慢加入浓硝酸进行反应，把反应完成溶液经蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离，制得五水硝酸铋。其反应式如下：

$$Bi_2O_3+6HNO_3+2H_2O \longrightarrow 2Bi(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$$

（2）由金属铋和硝酸作用制得，主要化学反应式如下：

$$Bi+6HNO_3 \longrightarrow Bi(NO_3)_3+3NO_2+3H_2O$$

$$Bi+4HNO_3 \longrightarrow Bi(NO_3)_3+NO+2H_2O$$

【安全性】

包装及贮运：用玻璃瓶包装，每瓶净重500g，再集中于木箱内衬垫料，包装上应有明显的“氧化剂”标志。贮存于阴凉、干燥、通风的库房内。远离热源和火种，与氧化剂、易燃物、食用原料和酸类隔离贮运，搬运时要轻装轻卸，防止容器破损。

失火时，可用水泥、干砂土、干粉扑救。

毒性及防护：遇易氧化物能剧烈反应，引起着火和爆炸。铋化合物的毒性与铅、汞、砷类似，但硝酸铋遇水反应，生成硝酸氧铋沉淀。而硝酸氧铋极不易溶解，因此铋在有机体内吸收是极微量的。生产操作人员工作时要穿戴工作服等劳保用品。生产设备要密闭，车间通风良好。

【生产单位】 江西南康市鑫旺金属制品有限公司，沈阳市新光化工厂，江西大余鑫茂金属有限公司。

AI005 硝酸镉

【英文名】 cadmium nitrate

【结构式】 $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$

【分子量】 308.48

【物化性质】 四水硝酸镉为无色斜方结晶。相对密度2.455（17/4℃），熔点59.4℃，沸点132℃。易溶于水、乙醇、液氨、丙酮、醋酸乙酯，不溶于浓硝酸。在空气中潮解。四水物加热到70～80℃失去结晶水生成无水物，加热到360℃以上时放出氧化氮而成氧化镉。为氧化剂，与有机物接触能引起燃烧和爆炸。有毒！

【质量标准】 参考企业标准（太原市欣吉达化工有限公司）《硝酸镉》Q/140000 XJD 002—2003

分析项目	化学纯*	优级品	一级品	合格品
硝酸镉[$Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$]含量/% ≥	98.5	98.0	98.0	98.0
水不溶物含量/% ≤	0.01	0.01	0.05	0.1
氯化物(Cl^-)含量/% ≤	0.001	0.005	0.01	0.01
硫酸盐(SO_4^{2-})含量/% ≤	0.003	0.02	0.05	0.05
铁(Fe)含量/% ≤	0.0005	0.005	0.01	0.05
铅(Pb)含量/% ≤	0.01	0.02	0.04	0.05
硫化物不沉淀物(以硫酸盐计)含量/% ≤	0.2	0.2	0.3	0.5

* 化学纯参照GB 1284—77。

【用途】 用于制造催化剂、电池、含镉药剂等，是制造其他镉盐和氧化镉的原料。用作玻璃和陶瓷的着色剂，照相胶片用乳化剂，以及测定锌和亚铁氰化物的分析试剂。

【制法】 工业上一般采用金属镉与硝酸反应而得。将电解金属镉加入盛有无离子水的耐酸反应器中，逐渐加入30%～35%稀硝酸，反应6～8h，其反应式如下：

$$Cd+4HNO_3 \longrightarrow Cd(NO_3)_2+2H_2O+2NO_2\uparrow$$

反应过程中有氧化氮气体逸出，有毒，处理方法参见硝酸钠的吸收法。

【安全性】

包装及贮运：用玻璃瓶包装，每瓶净重0.5kg。再装入木箱集装运输，包装上应有明显的“有毒品”和“氧化剂”标志。贮存于阴凉、通风、干燥的库房，远离火种、热源，防止阳光直射，包装密封。应与有机物、还原剂、易（可）燃物、食用

化学品分开存放，切忌混贮。配备相应品种和数量的消防器材。贮区应备有合适的材料收容泄漏物。运输过程中应防雨淋、防潮、防烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

毒性及防护：镉化合物属剧毒。慢性中毒时出现嗅觉降低、“镉鼻炎”、头痛、眩晕、食欲不振、胃痛、恶心、呕吐、消瘦、尿蛋白。中毒者要移至空气新鲜处，尽量安静、保暖。有呼吸道刺激症状时应吸入湿热的2%碳酸氢钠溶液，饮用含有苏打或碱性矿泉水的热牛奶。美国规定可溶性镉盐类最高容许浓度为0.2mg/m^3。生产人员在工作时要戴防毒口罩、橡胶围裙、乳胶手套，穿工作服。工作期间和下班后要漱口。生产设备要密闭、工作环境要通风良好。生产工人应定期体检。

【生产单位】 太原市欣吉达化工有限公司，太原欣力化学品有限公司，新乡市明宇化工有限公司，上海实验试剂有限公司。

AI006 硝酸钙（固、液）

【别名】 钙硝石

【英文名】 calcium nitrate

【结构式】 $Ca(NO_3)_2$/$Ca(NO_3)_2\cdot 4H_2O$

【分子量】 236.15

【物化性质】 无色透明单斜晶体。相对密度：α型1.896；β型1.82。熔点：α型42.7℃；β型39.7℃。易溶于水、甲醇、乙醇、戊醇、丙酮、醋酸甲酯及液氨，在空气中极易潮解。132℃分解，加热到495～500℃时即分解放出氧，生成亚硝酸钙；继续加热则分解出氧化氮气体和氧化钙。硝酸钙是氧化剂，遇有机物、硫黄即发生燃烧和爆炸，并发出红色火焰。

无水硝酸钙为微带蛋黄的白色粉末。易溶于水，遇有机物、硫酸即发生燃烧和爆炸。它克服了四水硝酸钙在空气中极易潮解的缺点，易贮运和存放。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 3787—2005

项目	指标	
	一等品	合格品
硝酸钙[$Ca(NO_3)_2\cdot 4H_2O$]含量/% ≥	99.0	98.0
水不溶物/% ≤	0.05	0.1
pH值(50g/L溶液)	5.5～7.0	1.5～7.0
氯化物(以Cl^-计)质量分数/% ≤	0.015	
铁(以Fe计)质量分数/% ≤	0.001	

【用途】 主要用于冷冻剂和水泥防冻剂、钢铁工业磷化剂，也用于制造烟火和其他硝酸盐，农业上用作酸性土壤的速效肥料。

无水硝酸钙是制造其他硝酸盐类的原料。电子仪表工业用于涂覆阴极，农业上用作酸性土壤的速效肥料和植物快速补钙剂及高档栽培肥料，俗称植物钙中钙。

【制法】

（1）中和法　将98%轻质碳酸钙加入带搅拌的反应器中，在搅拌下缓慢加入约25%的稀硝酸，在接近沸腾温度下进行中和反应，至生成的硝酸钙溶液煮沸、呈中性，经澄清过滤，再将清液调至酸性，然后送入蒸发器浓缩至59～63°Bé，再冷却至50℃以下析出结晶，经离心分离，制得硝酸钙成品。其反应式如下：

$$CaCO_3+2HNO_3 \longrightarrow Ca(NO_3)_2+H_2O+CO_2\uparrow$$

反应过程中有氧化氮气体逸出，有毒，处理方法参见硝酸钠生产的吸收法。

（2）副产法　用硝酸分解磷矿石生产氮磷复合肥料时的副产物。即硝酸分解磷矿石所得的分解液含$Ca(NO_3)_2$和H_3PO_4，冷却到−10～0℃，即得$Ca(NO_3)_2\cdot 4H_2O$晶体，过滤后可作农业级硝酸钙。

【安全性】

包装及贮运：用内衬塑料袋的铁桶包装，每桶净重 40kg。包装上应有明显的“氧化剂”标志。应贮存在阴凉、干燥的库房内。包装必须密封、防潮。不得与有机物、硫黄等共贮混运。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，严禁铁桶碰撞。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救，但要防止水溶液流到易燃的货物处。

毒性及防护：对皮肤有刺激和烧灼作用，可使皮肤发红、瘙痒，有时可导致很深和大面积的溃疡，然后慢慢痊愈。生产人员操作时要戴防护口罩、防护手套，穿工作服等劳保用品。要防止吸入硝酸钙粉尘，保护呼吸器官。下班后要洗澡，保护皮肤。

【生产单位】 太原市欣吉达化工有限公司，文通钾盐集团有限公司，天脊煤化工集团有公司，沈阳永兴化工有限公司。

AI007 硝酸钴

【英文名】 cobaltous nitrate

【结构式】 $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$

【分子量】 291.03

【物化性质】 红色单斜晶系柱状结晶。相对密度 1.87（25℃），熔点 55～56℃。易溶于水、乙醇、丙酮和醋酸甲酯，微溶于氨。潮湿空气中易潮解，55℃时失去 3 个结晶水，继续加热再失去 1 个结晶水，再加热则分解成氧化钴。其水溶液为红色，受热也不易变蓝。与有机物接触能引起爆炸和燃烧。

用于制造供石油化工直接脱硫用催化剂的原料。用作氰化物中毒的解毒剂，用于制造隐显墨水，制造钴颜料和制造六亚硝酸钴钠的原料。用于陶瓷工业作着色剂，制造维生素 B_{12} 的添加剂。液体产品主要用于制造涂料干燥剂，用于制造显像管的玻壳。

【质量标准】 国家标准 GB/T 15898—2013

名称	分析纯	化学纯
[$Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$]含量质量分数/%	≥98.5	≥97.0
水不溶物质量分数/%	≤0.005	≤0.01
氯化物(Cl^-)质量分数/%	≤0.002	≤0.005
硫酸盐(SO_4^{2-})质量分数/%	≤0.005	≤0.02
铵(NH_4^+)质量分数/%	≤0.2	—
钠(Na)质量分数/%	≤0.05	≤0.1
镁(Mg)质量分数/%	≤0.005	≤0.01
钾(K)质量分数/%	≤0.01	≤0.02
钙(Ca)质量分数/%	≤0.005	≤0.01
锰(Mn)质量分数/%	≤0.005	≤0.02
铁(Fe)质量分数/%	≤0.0005	≤0.003
镍(Ni)质量分数/%	≤0.05	≤0.5
铜(Cu)质量分数/%	≤0.002	≤0.01
锌(Zn)质量分数/%	≤0.01	≤0.05

【制法】

合成法：将 30%～32% 的硝酸加入带搅拌的耐酸反应器中，在搅拌下缓慢加入金属钴粒进行反应，待反应接近完全后，通入蒸汽加热赶出氧化氮气体，将溶液送入澄清器，在搅拌下加入碳酸钴调节溶液至 pH5 左右，在 80～90℃保温 1d，趁热过滤除去氢氧化铁沉淀，滤液用硝酸酸化至 pH>1，再蒸发浓缩至溶液的相对密度为 1.6～1.7，经冷却结晶、离心分离，制得硝酸钴成品。其反应式如下：

$$3Co + 8HNO_3 \longrightarrow 3Co(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO_2 \uparrow$$

反应过程中有氧化氮气体逸出，有毒，处理方法参见硝酸钠生产的吸收法。

【安全性】

包装及贮运：固体产品用内衬塑料袋的铁桶包装，每桶净重 50kg；液体产品用塑料桶包装，每桶净重 30kg，包装上应有明显的“氧化剂”标志。

贮存注意事项：贮存于干燥清洁的仓间内，远离火种、热源，防止阳光直射，保持容器密封，应与易燃物、可燃物、还原剂、硫、磷、金属粉末等分开存放，切忌混贮混运。搬运要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。包装密封，防潮，不得与有机物、易氧化物品和可燃物品共贮混运。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。

毒性及防护：钴化合物能引起急性皮炎，出现红色丘疹、小结节、水肿，有时表面形成溃疡。吸入钴化合物的粉尘，有时会出现支气管哮喘。金属钴和氧化钴最高容许浓度为 $0.5mg/m^3$。生产人员操作时戴防毒口罩，防止气溶胶损伤呼吸器官，穿工作服，戴防护手套、橡胶围裙等劳保用品。生产设备要密闭，防止尘埃生成和排放，工作环境应通风良好。

【生产单位】 大连宇山化工有限公司，澳特钴镍制品（大连）有限公司，上海良仁化工有限公司，河北雄威化工股份有限公司。

AI008 硝酸铜

【英文名】 cupric nitrate

【结构式】 $Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$

【分子量】 241.60

【物化性质】 深蓝色柱状结晶。相对密度2.32，熔点114.5℃。易溶于水和乙醇，其溶液呈酸性。溶于浓氨水而成二硝酸四氨铜的络盐，加热此络盐即发生爆炸。120℃时分解生成难溶的碱式盐 $Cu(NO_3)_2 \cdot 2Cu(OH)_2$，继续强烈灼烧则转变成氧化铜。与碳粉、硫黄或其他可燃性物质共热、摩擦或撞击，能引起燃烧和爆炸，燃烧时产生有带刺激性气味的有毒的过氧化氮气体。

【质量标准】 化工行业标准《化学试剂 三水合硝酸铜（硝酸铜）》 HG/T 3443—2014

指标名称		分析纯	化学纯
含量[$Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$]/%		99.0～102.0	99.0～103.0
pH值(50g/L,25℃)		3.0～4.0	3.0～4.0
水不溶物/%	≤	0.002	0.005
氯化物(Cl)/%	≤	0.001	0.005
硫酸盐(SO_4)/%	≤	0.005	0.02
钠(Na)/%	≤	0.01	0.02
钾(K)/%	≤	0.005	0.01
钙(Ca)/%	≤	0.005	0.01
铁(Fe)/%	≥	0.002	0.01
镍(Ni)/%	≤	0.01	0.02
铅(Pb)/%	≤	0.001	0.002

【用途】 用于制造较纯的氧化铜，也是制造其他铜盐、镀铜的原料。还用于制造农药，用作媒染剂、铜催化剂、助燃剂，搪瓷工业用作着色剂。还用于涂料工业，用于制造无机颜料。还用于氧化剂、荧光粉激活剂及光敏电阻材料等，也可用作光谱分析试剂。

【制法】

(1) 金属铜法 将30%～32%硝酸加入带搅拌的耐酸反应器中，在搅拌下缓慢加入铜屑进行反应。待反应进行8h后，将溶液加热到60～70℃，逐出氧化氮气体，反应至无黄烟产生为止。将溶液放入贮槽，加水稀释，然后过滤，清滤液用硝酸酸化后进行减压蒸发，在60～70℃下浓缩至溶液相对密度为1.78～1.8，再冷却结晶、离心分离、干燥，制得硝酸铜成品。其反应式如下：

$$3Cu+8HNO_3 \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2+4H_2O+2NO\uparrow$$

反应过程中有氧化氮气体逸出，有毒，处理方法参见硝酸钠生产的吸收法。

(2) 氧化铜法 用含铜下脚料（含有金属铜、硫化铜、硫酸铜等）在650℃下焙烧6h，生成的氧化铜用稀硫酸酸化得到硫酸铜溶液，经澄清、过滤，清滤液用铁屑进行置换，经沉降分出金属铜，再经

淘洗除去混在金属铜粉内的铁屑，然后经分离、焙烧，得到黑色氧化铜粉末。

在带搅拌的耐酸反应器中加入水、母液、浓硝酸，在搅拌下于25～30℃缓慢加入氧化铜，直至无黄烟发生，溶液用水稀释至30°Bé，进行真空吸滤。清滤液加入双氧水，并调节pH4～4.5，再经澄清、过滤，除去氢氧化铁沉淀。将清液加入硝酸酸化后，经蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离、干燥，制得硝酸铜成品。其反应式如下：

$$2Cu + O_2 \longrightarrow 2CuO$$

$$CuS + 2O_2 \longrightarrow CuSO_4$$

$$CuSO_4 \longrightarrow CuO + SO_3 \uparrow$$

$$CuO + H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + H_2O$$

$$CuSO_4 + Fe \longrightarrow FeSO_4 + Cu \downarrow$$

$$CuO + 2HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + H_2O$$

【安全性】

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重50kg，包装上应有明显的“氧化剂”及“有毒品”标志。应贮存在阴凉、干燥的库房内。容器必须密封，注意防潮和风化。不得与可燃物、有机物共贮混运。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

毒性及防护：铜盐使人慢性中毒时，表现为神经系统机能紊乱、肝肾功能障碍、鼻中隔溃疡形成和穿孔。急性中毒时，引起恶心，呕吐、腹痛、腹泻，在血浆和尿中很快出现血红蛋白、黄疸、贫血，红细胞抵抗力下降。对皮肤有刺激作用，粉尘对眼睛有刺激，并可引起角膜溃疡。最高容许浓度以金属铜计为1mg/m^3。生产工人操作时要戴口罩，防止吸入铜盐的粉尘，如工作车间空气中存在有铜盐的气溶胶时，要佩戴防毒口罩、防护镜，穿防尘工作服等劳保用品。下班后要用温水淋浴。

【生产单位】 太原欣力化学品有限公司，重庆华南无机盐工业有限公司，温州市化学用料厂。

AI009 硝酸铁

【英文名】 ferric nitrate

【结构式】 $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$

【分子量】 404.02

【物化性质】 无色至浅紫色单斜结晶。熔点47.2℃，相对密度1.684，加热至125℃时分解。易溶于水，溶于乙醇和丙酮，微溶于硝酸。易潮解，有氧化性。

【质量标准】 参考企业标准（夏县运力化工有限公司）《硝酸铁》Q/XYLH 008—2011

项目名称	高纯产品	电子级	催化剂级	工业级
含量[$Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$]/%	≥98.5	≥99.0	≥98.0	≥98.0
水不溶物/%	≤0.005	≤0.005	≤0.01	≤0.1
氯化物(Cl)/%	≤0.0005	≤0.005	≤0.002	≤0.1
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤0.005	≤0.005	≤0.01	≤0.05
铜(Cu)/%	≤0.001	≤0.0003	≤0.001	—
锌(Zn)/%	≤0.001	≤0.001	≤0.003	—
锰(Mn)/%	—	≤0.002	—	—
氨水不沉淀物(以硫酸盐计)/%	≤0.05	≤0.05	≤0.1	≤0.2
外观	淡紫色结晶体	淡紫色结晶体	淡紫色结晶体	淡紫色结晶体

【用途】 用作催化剂和媒染剂，硝酸铁大部分制成浓溶液，用作染毛织品的媒染剂。染黑色丝织品时所用的所谓“锈媒染剂”是硝酸铁与硫酸铁的混合物。也用作金属表面处理剂、氧化剂、分析试剂、放射性物质吸附剂。

【制法】 铁屑法：将相对密度1.38的硝酸加入已盛有水的耐酸反应器中，加热至

40～50℃，缓慢加入细铁屑进行反应，反应 3h，将溶液加热，逐出氧化氮气体。过滤，把滤液蒸发浓缩至形成结晶膜，送入冷却结晶器冷却至 0℃以下析出结晶，经吸滤，结晶用 20％硝酸洗涤。制得硝酸铁成品。其反应式如下：

$$Fe + 4HNO_3 \longrightarrow Fe(NO_3)_3 + NO + 2H_2O$$

$$Fe + 6HNO_3 \longrightarrow Fe(NO_3)_3 + 3NO_2 + 3H_2O$$

母液可循环使用。反应过程中放出的氧化氮气体，工业上常用烧碱溶液吸收，因其吸收速度较快，得到的中和液用于生产硝酸钠。

【安全性】

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋密封包装或用铁桶包装，每袋（桶）净重 25kg 或 50kg，包装上应有明显的“防潮”和“氧化剂”标志。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，库温在 35℃以下，包装应密封、防潮。不得与其他氧化剂、易燃物、有机物共贮混运。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土、各种灭火器进行扑救。

毒性及防护：对皮肤有刺激作用，表现为皮肤剧烈瘙痒、毛囊周围发红。吸入其粉尘会引起慢性胃炎、胆囊炎。生产人员操作时要穿工作服，戴防护口罩、乳胶手套等劳保用品。防止吸入粉尘，保护呼吸器官和皮肤，生产设备要密闭，车间通风应良好，下班后要洗澡，保护皮肤。

【生产单位】 太原欣力化学品有限公司，太原亚昌化学品有限公司，上海三水化工助剂厂，西安惠丰化工有限公司，宜兴市兴丰化工厂，夏县运力化工有限公司。

AI010 硝酸铅

【英文名】 lead nitrate

【结构式】 $Pb(NO_3)_2$

【分子量】 331.21

【物化性质】 白色立方晶体或单斜晶系结晶，硬而发亮，相对密度 4.53（20℃）。易溶于水、液氨、联氨，微溶于乙醇，不溶于浓硝酸。在水中溶解度为 56.5g/100g 水（20℃）。干燥的硝酸铅于 205～223℃分解，潮湿的硝酸铅于 100℃时开始分解，先形成碱式硝酸铅 $Pb(NO_3)_2 \cdot PbO$，继续加热则转化为氧化铅。为强氧化剂，与有机物接触能促使其燃烧。有毒！

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 3470—2000

名称		分析纯	化学纯
硝酸铅含量[$Pb(NO_3)_2$]/%	≥	99.0	98.5
pH 值(50g/L,25℃)	≥	3.5	3.5
澄清度试验		合格	合格
水不溶物含量/%	≤	0.005	0.02
氯化物(Cl^-)/%	≤	0.001	0.005
铁(Fe)含量/%	≤	0.001	0.003
铜(Cu)含量/%	≤	0.0005	0.001
硫化氢不沉淀物(以硫酸盐计)含量/%	≤	0.05	0.1

【用途】 用作玻璃和搪瓷用的奶黄色素原料、纸张的黄色素原料。无机工业用于制造其他铅盐，医药工业用于制造收敛剂，用于鞣革，印染工业用作媒染剂，用作相片增感剂，作矿石浮选剂。还用于制造火柴、烟火、炸药的氧化剂。

【制法】

（1）盐析法　将金属铅放入熔铅炉中熔化后，水激成铅花或制成铅皮，再卷成铅卷。

将铅卷（或铅花）放入耐酸反应器中，加入约 20％稀硝酸，在稍过量铅的情况下进行反应，至反应液呈淡黄色，溶液浓度约 40°Bé 为止。澄清后趁热过滤，除去杂质。清液送入盐析器，边搅拌边加入浓硝酸，即有硝酸铅析出，搅拌 1～2h 后静置，使硝酸铅结晶下沉，经离心分离，制得硝酸铅成品。其反应式如下：

$3Pb+8HNO_3 \longrightarrow$

$3Pb(NO_3)_2+4H_2O+2NO\uparrow$

（2）蒸发法　按盐析法生产过程中得到的硝酸铅溶液，趁热过滤除去杂质，加入硝酸酸化至草绿色，送入蒸发器，在常压浓缩至 59.7°Bé，即有硝酸铅结晶析出，经离心分离，制得硝酸铅成品。其反应式如下：

$3Pb+8HNO_3 \longrightarrow$

$3Pb(NO_3)_2+4H_2O+2NO\uparrow$

反应过程中有氧化氮气体逸出，有毒，处理方法参见硝酸钠生产的吸收法。

【安全性】

毒性及防护：硝酸铅对人体有毒性作用，特别能使神经系统、血液、血管发生变化。对蛋白代谢、细胞能量平衡及细胞的遗传系统有较大影响。齿龈边缘（主要是前齿）出现铅线，出现所谓的“铅色”——皮肤呈土灰色，尿中有铅被认为是带铅的症状。

如误食硝酸铅引起急性中毒时，可用 1%～2%硫酸镁溶液洗胃，静脉注射 10%硫代硫酸钠 10mL；慢性中毒时可服依地酸钙钠。铅及无机铅化合物最高容许浓度为 $0.01mg/m^3$，工作日平均浓度为 $0.007mg/m^3$。生产过程中有铅蒸气、氧化氮气体和硝酸铅存在，这些物质均有毒，设备应密闭，生产环境应通风良好。操作时要戴口罩，铅蒸气浓度高时，应使用过滤式防毒面具。工作时间禁止在工作场所进食、吸烟。工作时要穿防护工作服等劳保用品。下班后必须用热水淋浴，饭前和工后要漱口、刷牙。定期进行体检，要给保健伙食。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋或铁桶包装，每袋（桶）净重 50kg。包装上应有明显的“氧化剂”和“有毒品”标志。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。包装密封，防潮。远离热源和火种。不得与有机物、易燃物和酸类共贮混运。运输过程中防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 株洲金源化工有限公司，淄博市周村区裕源助剂厂，江苏双乐化工颜料有限公司，广州化学试剂厂。

AI011 硝酸镁

【英文名】 magnesium nitrate

【结构式】 $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$

【分子量】 256.41

【物化性质】 无色单斜结晶或白色结晶。熔点 89℃，沸点 330℃（分解），相对密度 d_4^{25} 1.6363。易溶于热水，溶于冷水、甲醇、乙醇、液氨，其水溶液呈中性，易潮解。加热高于熔点时，即脱水生成 $Mg(NO_3)_2 \cdot 4Mg(OH)_2$ 等碱式硝酸盐；加热至 400℃左右则完全分解为氧化镁和氧化氮气体。与有机物混合会发热自燃，有着火及爆炸危险。

【质量标准】 参考企业标准（夏县运力化工有限公司）《硝酸镁》Q/XYLH 001—2011

指标名称	浓硝专用级	精细化工级	工业级
含量[$Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$]/%	≥98.0	≥98.0	≥98.0
水不溶物/%	≤0.01	≤0.03	≤0.04
氯化物(Cl)/%	≤0.01	≤0.01	—
硫酸盐(SO_4)/%	≤0.02	≤0.03	—
钙(Ca)/%	≤0.1	≤0.2	—
铁(Fe)/%	≤0.0010	≤0.001	≤0.001
重金属(以 Pb 计)/%	≤0.001	≤0.002	≤0.002
pH 值	3～5	3.3～4.5(25%H_2O)	3～5

【用途】 用作浓缩硝酸的脱水剂，用作制造炸药、烟火和其他硝酸盐的原料，用于制备催化剂，用作强氧化剂，农业上用作小麦灰化剂。

【制法】

(1) 氧化镁法 将30%～50%稀硝酸加入耐酸反应器中，在搅拌下缓慢加入轻质氧化镁进行反应，至溶液呈中性为止。保持反应温度在60℃以下。将反应溶液经蒸发浓缩，冷却结晶，离心分离，风干，制得硝酸镁成品。其反应式如下：

$$MgO + 2HNO_3 \longrightarrow Mg(NO_3)_2 + H_2O$$

(2) 碳酸镁法 将35%～40%稀硝酸加入耐酸反应器中，在搅拌下缓慢加入过量的菱镁矿粉（主要成分为碳酸镁）。反应放出的二氧化碳气体会使溶液起泡沫，由于反应热使反应溶液升至105～115℃，从而促使硝酸损耗，保持反应温度在40～50℃。反应至溶液pH值达4～5，经过滤、蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离、风干，制得硝酸镁成品。其反应式如下：

$$MgCO_3 + 2HNO_3 \longrightarrow Mg(NO_3)_2 + H_2O + CO_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：其粉尘对上呼吸道、气管、支气管黏膜有损害，其浓溶液溅到皮肤上会引起溃疡。长期与本品接触会发生皮炎。生产工人操作时应穿工作服，戴防护口罩、乳胶手套等劳保用品，以保护皮肤和呼吸器官。生产设备要密闭，通风良好。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，包装必须严密封口。每袋净重25kg或50kg。包装上应有明显的“氧化剂”标志。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，库温在35℃以下。包装应密封、防潮。不得与有机物和易燃物及其他氧化剂共贮混运。运输过程中要防雨淋、防潮和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救，但应避免水溶液与易燃物接触。

【生产单位】 太原市欣吉达化工有限公司，昆山日尔化工有限公司，太原欣力化学品有限公司，上海统亚化工科技发展有限公司，天津市西青区王稳庄新欣化工厂，夏县运力化工有限公司。

AI012 硝酸镍

【英文名】 nickel nitrate

【结构式】 $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$

【分子量】 290.81

【物化性质】 绿色单斜晶系结晶。相对密度2.05，熔点56.7℃，沸点136.7℃。易溶于水、液氨、氨水、乙醇，微溶于丙酮。其水溶液呈酸性（pH=4）。有吸潮性，在潮湿空气中迅速潮解，在干燥空气中稍微风化。受热时失去4个结晶水，温度高于110℃时则分解而成碱式盐，继续加热生成棕黑色三氧化二镍和绿色氧化亚镍的混合物。与有机物接触时能引起燃烧和爆炸，有毒。

【质量标准】 化工行业标准HG/T 3448—2003

项目	优级纯	分析纯	化学纯
$[Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O]$含量质量分数/% ≥	99.0	98.0	98.0
水不溶物质量分数/% ≤	0.005	0.005	0.01
氯化物(Cl^-)质量分数/% ≤	0.001	0.001	0.005
硫酸盐(SO_4^{2-})质量分数/% ≤	0.005	0.005	0.01
铵(NH_4^+)质量分数/% ≤	0.05	—	—
钠(Na)质量分数/% ≤	0.005	0.01	0.02
镁(Mg)质量分数/% ≤	0.005	0.01	0.02
钾(K)质量分数/% ≤	0.005	0.005	0.01
钙(Ca)质量分数/% ≤	0.005	0.01	0.02
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.0005	0.0005	0.001
钴(Co)质量分数/% ≤	0.005	0.01	0.05
铜(Cu)质量分数/% ≤	0.0005	0.001	0.005
锌(Zn)质量分数/% ≤	0.001	0.005	0.02
镉(Cd)质量分数/% ≤	0.001	—	—
铅(Pb)质量分数/% ≤	0.0005	0.001	0.005

【用途】 用于电镀镀镍铬合金制件，使制

件镀层细致。用于制造其他镍盐和含镍催化剂，也用于制造蓄电池，陶瓷工业用作彩釉着色（褐色）。

【制法】

（1）金属镍法　将镍与硝酸反应而得，其反应式如下：

$$3Ni+8HNO_3 \longrightarrow 3Ni(NO_3)_2+4H_2O+2NO\uparrow$$

（2）氯化镍法　将含钴的镍盐加工成氯化六氨络镍［Ni（NH_3）$_6$］Cl_2。灼烧此化合物使之转化为氯化镍，然后再与硝酸盐反应制取硝酸镍。该方法可制取高纯不含钴的硝酸镍。反应式如下：

$$NiCl_2+2HNO_3+xH_2O \longrightarrow Ni(NO_3)_2\cdot 6H_2O+2HCl+(x-6)H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：有毒，长期与皮肤接触能引起湿疹、疥疮、滤泡样丘疹、水肿、红斑、皮肤潮湿等。误食硝酸镍能引起中毒。水气溶胶形式的镍盐（按镍计）最高容许浓度为 0.0005mg/m^3。生产人员要戴防毒口罩、穿工作服、戴乳胶手套，最大限度地防止皮肤直接接触。下班后要洗淋浴。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋或铁桶包装，每袋（桶）净重 25kg 或 50kg。包装上应有明显的“氧化剂”标志。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，库温在 35℃以下。包装应密封、防潮。不得与其他氧化剂、易燃物、有机物共贮混运。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】　台州精细化学品集团有限公司，上海光铧科技有限公司，上海南威化工有限公司，北京化工厂。

AI013 硝酸锂

【英文名】　lithium nitrate

【结构式】　$LiNO_3$

【分子量】　68.946

【物化性质】　白色结晶性粉末，易潮解。相对密度 2.38，熔点约 255℃，加热至 600℃分解。溶于水，其溶液呈中性，溶于酒精、液氨和许多有机溶剂。强氧化剂，遇可燃物着火时，能助长火势。与易氧化剂、硫黄、亚硫酸氢钠、还原剂、强酸接触能引起着火、爆炸。

【质量标准】　参考企业标准 Q/140000 XJD 007—2003（太原市欣吉达化工有限公司）

分析项目		指标		
		优等品	一等品	合格品
硝酸锂含量/%	≥	98.0	96.0	94.0
水不溶物含量/%	≤	0.01	0.02	0.05
氯化物(以 Cl^- 计)含量/%	≤	0.01	0.02	0.05
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)含量/%	≤	0.05	0.2	0.5
水分/%	≤	0.5	1.0	4.0
铁(以 Fe 计)含量/%	≤	0.002	0.002	0.005
钾和钠(以氯化物计)含量/%	≤	0.1	0.2	0.5
重金属(以 Pb 计)含量/%	≤	0.001	0.001	0.002
钙(以 Ca 计)含量/%	≤	0.01	0.03	0.05

【用途】　用于冷藏设备中的液氨稳定剂、焰火制造的氧化剂、玻璃刻蚀剂、抗静电剂、冶金工业中熔融盐浴、火箭推进剂、分析试剂，用于荧光体制造、热交换载体、其他锂盐制造。

【制法】　将氢氧化锂或碳酸锂加入盛有蒸馏水的反应器中，在搅拌下缓慢加入硝酸加热进行反应，然后蒸发至干，在真空下加热约 200℃进行，制得硝酸锂。其反应式如下：

$$HNO_3+LiOH \longrightarrow LiNO_3+H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：燃烧时释出有毒和刺激性的

氮氧化物。在高温下分解产生有毒的氮氧化物，吸入会中毒。

包装及贮运：用玻璃瓶包装，每瓶净重1kg，再集中于木箱内衬垫料。包装上应有明显的“氧化剂”标志。

【生产单位】 太原市欣吉达化工有限公司，太原欣力化学品有限公司，天津市德兰精细化工厂，北京化工厂。

AI014 一水硝酸汞

【英文名】 mercuric nitrate monohydrate

【结构式】 $Hg(NO_3)_2 \cdot H_2O$

【分子量】 342.615

【物化性质】 白色或微黄色结晶性粉末，有硝酸气味，易潮解。相对密度4.3，熔点79℃，沸点180℃（分解）。溶于少量水及稀酸，遇大量水或沸水，则生成碱式盐沉淀，不溶于乙醇。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
一水硝酸汞[$Hg(NO_3)_2 \cdot H_2O$]含量/%	≥	98.0
还原后的残渣/%	≤	0.01
氯化物(以 Cl^- 计)/%	≤	0.002
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤	0.002
铁(Fe)/%	≤	0.001
亚汞的汞(以 Hg 计)/%	≤	0.2

【用途】 有机合成，硝化剂，杀虫剂，制造雷汞，分析试剂，用于医药工业。

【制法】 将硝酸加入盛有蒸馏水的耐酸反应器中，加热至40～50℃，缓慢加入汞进行反应，经蒸发浓缩、冷却结晶、过滤，制得一水硝酸汞。其反应式如下：

$$Hg + 2HNO_3 + H_2O \longrightarrow Hg(NO_3)_2 \cdot H_2O + H_2 \uparrow$$

【安全性】 危规编号：毒害品，GB 6.1类61030。剧毒GA58—93 B1091。UN No.1625；IMDG CODE 6175页，6.1类。高毒。受热分解出有毒的汞蒸气。小鼠腹腔 LD_{50}：8mg/kg。误服或吸入粉尘会中毒，是一种温和的氧化剂。与有机物、还原剂、硫黄、黄磷等混合易着火燃烧。应使吸入蒸气的患者脱离污染区，安置休息并保暖。不慎溅入眼睛内用水冲洗15min，严重者就医诊治。皮肤接触先用水冲洗，再用肥皂彻底洗涤。误服立即漱口，速送医院救治。

包装及贮运：用玻璃瓶包装，每瓶净重500g，再集中于木箱内衬垫料或内衬聚乙烯塑料袋封口的铁桶包装，每桶净重25kg，包装上应有明显“毒害品”标志。贮存于阴凉、干燥、通风的库房内，防止吸潮变质，远离热源和火种。与有机物、可燃物、还原剂、硫黄、黄磷等隔离贮运。运输过程中应防雨淋和日晒。搬运时轻装轻卸，防止容器破损。

失火时，消防人员须穿戴全身防护服，用雾状水、干砂土及各种灭火器扑救灭火。

【生产单位】 天津市耀华化学试剂有限责任公司，河北邢台化学试剂有限责任公司，沈阳市强华试剂厂，广州伟伯化工有限公司。

AI015 二水硝酸亚汞

【英文名】 mercurous nitrate dihydrate

【结构式】 $Hg_2(NO_3)_2 \cdot 2H_2O$

【分子量】 561.27

【物化性质】 无色板状或棱柱状结晶，有潮解性，稍有硝酸气味，在空气中风化，在干燥空气中变成无水物。相对密度4.785（3.9℃），熔点70℃（分解），对光敏感。易溶于水并水解，溶于稀硝酸，不溶于乙醇、乙醚。

【质量标准】 参考企业标准（贵州铜仁银湖化工有限公司化学试剂厂）

指标		优级纯	分析纯	化学纯
含量/%	≥	99.0	98.0	97.0
不挥发物/%		0.005	0.02	0.05
铁(Fe)/%		0.0002	0.005	0.001
高汞盐(Hg^{2+})/%		0.2	0.5	1.0
硝酸不溶物/%		0.03	0.05	0.1

【用途】 用于制药，用作氧化剂、通用分析试剂，鱼类防白点病等。

【制法】 将稀硝酸加入耐酸反应器中，加热至40～50℃，缓慢加入汞进行反应，经蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离，制得二水硝酸亚汞。其反应式如下：

$$2Hg+2HNO_3+2H_2O \longrightarrow Hg_2(NO_3)_2 \cdot 2H_2O+H_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：参见一水硝酸汞。

包装及贮运：用玻璃瓶包装，每瓶净重0.5kg，再集中于木箱内衬垫料。包装上应有明显的“毒害品”标志。贮存于阴凉、干燥、通风的库房内，防止吸潮变质，远离热源和火种。与有机物、可燃物、还原剂、硫黄、磷等隔离贮运。运输过程中应防雨淋和日晒。搬运时轻装轻卸，防止容器破损。失火时，消防人员须穿戴全身防护服，用雾状水、砂土和各种灭火器扑救灭火。

【生产单位】 贵州省铜仁化学试剂厂。

AI016 工业硝酸钾

【别 名】 硝石；土硝；火硝；钾硝

【英文名】 potassium nitrate；saltpetre

【结构式】 KNO_3

【分子量】 101.10

【物化性质】 无色斜方晶系结晶或白色颗粒或结晶性粉末。相对密度2.109，熔点334℃。在沸点400℃下时分解放出氧，并转变成亚硝酸钾，继续加热则生成氧化钾。易溶于水，溶于液氨和甘油，不溶于无水乙醇和乙醚。在空气中不易潮解，为强氧化剂，与有机物接触能引起燃烧爆炸，并放出有刺激性气味的有毒气体。与碳粉或硫黄共热时，能发出强光和燃烧。

【质量标准】 国家标准 GB 1918—2011

项目	指标		
	优等品	一等品	合格品
硝酸钾(KNO_3)质量分数/% ≥	99.7	99.4	99.0
水分质量分数/% ≤	0.10	0.20	0.30
碳酸盐(以 K_2CO_3 计)质量分数/% ≤	0.01	0.01	—
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/% ≤	0.005	0.01	—
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/% ≤	0.01	0.02	0.10
水不溶物质量分数/% ≤	0.01	0.02	0.05
稀释率质量分数/% ≤	0.25	0.30	—
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.003	—	—

注：铵盐含量根据用户要求，按本标准规定的方法进行测定。

【用途】

① 用作分析试剂和氧化剂，也用于钾盐的合成和配制炸药。

② 在食品工业用作发色剂、护色剂、抗微生物剂、防腐剂，如用于腌肉，在午餐肉中起防腐作用。

③ 是制造黑色火药，如矿山火药、引火线、爆竹等的原料，也用于焰火以产生紫色火花。机械热处理作淬火的盐浴，陶瓷工业用于制造瓷釉彩药，用作玻璃澄清剂。用于制造汽车灯玻壳、光学玻璃显像管玻壳等。医药工业用于生产青霉素钾盐、利福平等药物。用于制卷烟纸，用作催化剂、选矿剂，用作农作物和花卉的复合肥料。

④ 硝酸钾也是中国允许使用的发色剂。它在肉制品中由于细菌作用还原成亚硝酸钾而起护色和抑菌的作用。中国规定可用于肉类制品，最大使用量0.5g/kg，残留量不得超过0.03g/kg。

⑤ 用于制造烟火、火柴、陶瓷釉药、肥料等。

⑥ 工业硝酸钾还广泛应用于强化玻璃制作工艺。

【制法】 工业生产有复分解法和离子交换法。用氯化钾和硝酸铵（代替硝酸钠）为原料的复分解法，氯化钾和稀硝酸为原料的离子交换法和溶剂萃取法，氯化钾、硝酸铵、碳酸氢铵为原料的内循环法，硝酸铵、氯化钾为原料的循环法等工艺均处于工艺研究阶段。

（1）复分解法 硝酸钠与氯化钾经复分解反应得硝酸钾和氯化钠。利用它们在不同温度下的溶解度不同可将其分离。此法工业上应用较多，是工业硝酸钾主要的生产方式。先把硝酸钠溶于热水中，在搅拌下按硝酸钠：氯化钾＝100：85 的配料比逐渐加入氯化钾，经蒸发浓缩，当温度为 119℃时，氯化钠结晶析出，将溶液和晶体进行热过滤，得到大量氯化钠晶体，再将分离氯化钠后的母液缓慢冷却，硝酸钾即结晶析出。经抽滤、洗涤和干燥即得粗产品（纯度≥85%），再经重结晶可得纯品和高纯品。

（2）硝土制取法 硝酸钾俗称火硝或土硝，它是黑火药的重要原料和复合化肥。制取硝酸钾可以用硝土和草木灰作原料，土壤里的有机物腐败后，经亚硝酸细菌和硝酸细菌的作用，生成硝酸。硝酸根与土壤里的钾、钠、镁等离子结合，形成硝酸盐。硝土中的硝酸盐就是这样来的。硝土一般存在于厕所、猪、牛栏屋、庭院的老墙脚、崖边、岩洞以及不易被雨水冲洗的地面。硝土潮湿，不易晒干，经太阳曝晒后略变紫红色。好的硝土放在灼红的木炭上会爆出火花。

从硝土中提取硝酸钾，主要原理是利用草木灰中的钾离子取代硝土中的钠离子，从而生成硝酸钾。另外，草木灰里的碳酸根离子和硫酸根离子与硝土里的钙、镁离子结合，生成难溶性的盐而沉淀，从而去掉钙、镁等杂质。主要反应式是：

$$Ca(NO_3)_2+K_2SO_4 = 2KNO_3+CaSO_4\downarrow$$

$$Ca(NO_3)_2+K_2CO_3 = 2KNO_3+CaCO_3\downarrow$$

$$Mg(NO_3)_2+K_2CO_3 = 2KNO_3+MgCO_3\downarrow$$

硝土自身也含硝酸钾，最后利用各种盐溶解度的差异，控制温度和浓度，使硝酸钾从混合液中结晶出来。

【安全性】

毒性及防护：在生产中吸入硝酸钾粉尘，经过数月之后则出现鼻黏膜溃疡。饮用含有 50～100mg/L 硝酸钾的水，血中变性血红蛋白明显升高。对皮肤有刺激作用，生产人员在工作时要戴口罩，以防止吸入硝酸钾粉尘，保护呼吸器官；要穿工作服，戴乳胶手套等劳保用品，以保护皮肤。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋包装，每袋净重 50kg。包装上应有明显的“氧化剂”标志。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，注意防潮，远离热源和火种。不得与有机物、硫黄、木炭、磷等易燃物及还原剂和酸类共贮混运，防止引起爆炸。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止撞击。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救，但要避免水溶液与易燃货物接触。

【生产单位】 什邡市硝酸钾厂，山西省交城县金兰化工有限公司，山西安盛化肥发展有限公司，江西宜春市腾达化工有限责任公司。

AI017 食用硝酸钾

【英文名】 potassium nitrate for food

【结构式】 KNO_3

【分子量】 101.10

【物化性质】 参见工业硝酸钾。

【质量标准】 联合国粮农组织/世界卫生组织（FAO/WHO，1983 年）

指标名称	食品级
硝酸钾(KNO_3)(以干基计)/% ≥	99.0
干燥失重/% ≤	1
亚硝酸盐/(mg/kg) ≤	20
pH 值(5%水溶液)	4.5～8.5

续表

指标名称	食品级
砷(以 As 计)/(mg/kg) ≤	3
铅(Pb)/(mg/kg) ≤	10
重金属(以 Pb 计)/(mg/kg) ≤	20

【用途】 在食品工业用作发色剂、护色剂、抗微生物剂、防腐剂，如用于腌肉，在午餐肉中起防腐作用。

【制法】 硝酸钾的生产方法有硝酸钠与氯化钾复分解法，用碳酸钾或苛性钾溶液吸收硝酸尾气的吸收法。但工业上广泛采用复分解法。

复分解法：将硝酸钠加入盛有适量蒸馏水的反应器中，用蒸汽加热，在搅拌下使其溶解，再按 $NaNO_3$ ∶KCl＝100∶85 的配料比缓慢加入氯化钾进行复分解反应，生成硝酸钾，加入除砷剂和除重金属剂，把溶液进行净化，过滤除去杂质，将滤液加热蒸发至溶液浓度达 45～48°Bé，温度达 120℃时，首先析出氯化钠，经真空过滤，滤液送入结晶器，用滤液量 10%～15%的水稀释，边搅拌边冷却，经 24h 后，析出硝酸钾结晶，经真空过滤、水洗、离心脱水，在 80℃以上进行气流干燥，制得食用硝酸钾成品。其反应式如下：

$$NaNO_3+KCl \longrightarrow KNO_3+NaCl$$

【安全性】 饮用含有 50～100mg/L 硝酸钾的水，血中变性血红蛋白明显升高。ADI 0～5（FAO/WHO，1985 年）。LD_{50} 3236mg/kg（大鼠，经口）。出生后 6 个月以内的幼儿对硝酸盐特别敏感，故不宜用于幼儿食品。

按 FAO/WHO（1984 年）规定可用于熟洋火腿、熟猪前腿肉，最大使用量 500mg/kg（单用或与硝酸钠合用量，以硝酸钠计）；一般干酪 50mg/kg。按日本规定的最大使用量：干酪为原料乳的 0.2g/kg；清酒为 0.1g/L 酒母。

包装及贮运：用内衬食品用聚乙烯薄膜袋的塑料编织袋包装，每袋净重 50kg。包装上应有明显的“氧化剂”标志和“食品添加剂”字样。贮运注意事项参见工业硝酸钾。

【生产单位】 山西交城县天龙化工实业有限公司，山西文通钾盐集团有限公司，上海绿源精细化工厂，祁县同力化工有限公司，潍坊昌盛硝盐有限公司。

AI018 硝酸银

【英文名】 silver nitrate

【结构式】 $AgNO_3$

【分子量】 169.87

【物化性质】 无色透明斜方晶系片状晶体。相对密度 4.35（19℃），熔点 208.6℃，加热到 445℃则分解。易溶于水和氨水，溶于乙醚和甘油，微溶于无水乙醇，几乎不溶于浓硝酸。其水溶液呈弱酸性（pH＝5～6）。纯品对光稳定，在有硫化氢和有机物存在时，易被还原为黑色金属银。潮湿硝酸银见光较易分解。为氧化剂，可使蛋白质凝固，对人体有腐蚀作用。

【质量标准】 国家标准 GB 12595—2008

名称	工业基准
$AgNO_3$含量质量分数/%	99.95～100.05
外观	合格
pH 值(50g/L,25℃)	5.0～6.0
澄清度试验/号	≤2
干燥失重质量分数/%	≤0.1
盐酸不溶物质量分数/%	≤0.005
氯化物(Cl)质量分数/%	≤0.0005
硫酸盐(SO_4)质量分数/%	≤0.002
铁(Fe)质量分数/%	≤0.0002
铜(Cu)质量分数/%	≤0.0005
铅(Pb)质量分数/%	≤0.0005

【用途】 分析化学用于沉淀氯离子，工作基准的硝酸银用于标定氯化钠溶液。无机工业用于制造其他银盐。电子工业用于制造导电黏合剂、新型气体净化剂、A8x 分

子筛、镀银均压服和带电作业的手套等。感光工业用于制造电影胶片、X光照相底片和照相胶片等的感光材料。电镀工业用于电子元件和其他工艺品的镀银，也大量用作镜子和保温瓶胆的镀银材料。电池工业用于生产银锌电池。医药上用作杀菌剂、腐蚀剂。日化工业用于染毛发等，分析化学中用于测定氯、溴、碘氰化物和硫氰酸盐。

用于无氰镀银，如硫代硫酸镀银、盐酸镀银、亚氨基二磺酸铵镀银、磺基水杨酸镀银等作主盐，是银离子的来源。硝酸银含量对镀银液的导电性、分散性和沉淀速度都有一定的影响，一般用量为25～50g/L。

硝酸银的氨水溶液能被有机还原剂醛、糖还原。因此它是检定醛、糖的试剂。还用于测定氯离子、测定锰的催化剂、电镀、摄影、瓷器着色。

【制法】 工业上用Ag溶于中等浓度（约65%）的硝酸中，所得的硝酸银溶液经减压蒸发至出现晶膜，冷却，便得$AgNO_3$无色透明斜方晶体。

$$3Ag+4HNO_3(稀)=3AgNO_3+NO\uparrow+2H_2O$$

原料银一般是从精炼铜的阳极泥中得到，其中含杂质铜，因此产品中含有硝酸铜$Cu(NO_3)_2$，根据硝酸盐的热分解温度不同，可将粗产品加热到473～573K，此时$Cu(NO_3)_2$分解为黑色不溶于水的CuO，将混合物中的$AgNO_3$溶解后过滤除去CuO，然后将滤液重结晶便得到纯的$AgNO_3$。

$$2AgNO_3=2Ag+2NO_2\uparrow+O_2\uparrow$$

$$2Cu(NO_3)_2=2CuO+4NO_2\uparrow+O_2\uparrow$$

另一种提纯的方法是向含有Cu^{2+}的$AgNO_3$溶液中加入新沉淀出来的Ag_2O，于是溶液中存在下列两个平衡：

$$Ag_2O(s)+H_2O=2AgOH\downarrow\rightleftharpoons 2Ag^++2OH^-$$

$$Cu^{2+}+2OH^-=Cu(OH)_2\downarrow$$

由于氢氧化铜的溶度积比氢氧化银的溶度积小，因此Cu^{2+}大部分沉淀下来。随着氢氧化铜的沉淀，氧化银逐渐溶解，平衡向右移动，过滤除去氢氧化铜并重结晶，可得到纯的$AgNO_3$。

【安全性】

毒性及防护：对皮肤和黏膜有腐蚀及收敛作用，皮肤接触硝酸银见光后就变黑，而且易发生炎症，如皮肤沾染硝酸银时，可用碘酒轻擦除去，若皮肤因接触受伤，可浸于食盐水中洗涤。生产人员工作时要戴口罩、穿棉布工作服、戴乳胶手套等防护用品，应勤洗衣服。生产设备应密闭，车间要通风良好。硝酸银与乙炔反应生成乙炔银，在干燥条件下，受轻微摩擦就发生爆炸。故设备维修时，严禁电石糊或乙炔气带入车间。

包装及贮运：用深棕色大口玻璃瓶包装，每瓶净重1kg，外套木箱包装，每箱内装20瓶。包装上应有明显的“氧化剂”标志。应贮存在阴凉、干燥的库房内。容器必须密封，以免露光和潮解。不可与有机物共贮混运。在运输过程中要防雨淋和日晒，防潮。装卸时要小心轻放，严防震动、撞击，防止瓶破。失火时，可用水、砂土、各种灭火器扑救。

【生产单位】 郑州派尼化学试剂厂，湖南郴州市金贵银业股份有限公司。

AI019 工业硝酸钠

【别名】 钠硝石；盐硝；智利硝石

【英文名】 sodium nitrate，technical；sodium nitre；chile saltpeter

【结构式】 $NaNO_3$

【分子量】 84.99

【物化性质】 无色三方结晶或菱形结晶或白色细小结晶或粉末，无臭，味咸，略苦。相对密度2.261，熔点306.8℃。易溶于水和液氨，微溶于甘油和乙醇。

易潮解，当含有极少量氯化钠杂质时，其潮解性大为增加。在加热时，硝酸钠易分解成亚硝酸钠和氧气。硝酸钠可助燃，须存贮在阴凉通风的地方。有氧化性，与有机物摩擦或撞击能引起燃烧或爆炸，有毒。

【质量标准】 国家标准 GB/T 4553—2002

指标名称		优等品	一等品	合格品
硝酸钠($NaNO_3$)(干基)/%	≥	99.7	99.3	98.5
水分/%	≤	1.0	1.5	2.0
水不溶物/%	≤	0.03	0.06	—
氯化物(以 NaCl 计)(干基)/%	≤	0.25	0.30	—
亚硝酸钠($NaNO_2$)(干基)/%	≤	0.01	0.02	0.15
碳酸钠(Na_2CO_3)(干基)/%	≤	0.05	0.10	—
铁(Fe)/%	≤	0.005	—	—
松散度/%	≥	90		

注：1. 水分以出厂检验为准。

2. 松散度指标为加防结块剂产品的控制项目。

【用途】 是制造硝酸钾、矿山炸药、苦味酸、染料等的原料，是制造染料中间体的硝化剂。玻璃工业用作生产各种玻璃及其制品的消泡剂、脱色剂、澄清剂及氧化助熔剂。搪瓷工业用作氧化剂和助熔剂，用于配制珐琅粉。机械工业用作金属清洗剂，也用于配制黑色金属发蓝剂。冶金工业用作炼钢和铝合金热处理剂。轻工业用于制造香烟的助燃剂。医药工业用作青霉素的培养基。化肥工业用作适于酸性土壤的速效肥料，特别适用于块根作物，如甜菜和萝卜等。还用作熔融烧碱的脱色剂。

【制法】

(1) 吸收法　将稀硝酸生产中排出的尾气（含 $NO+NO_2$ 0.5%～1.5%）从吸收塔底通入，用相对密度为 1.240～1.3、温度为 25～60℃的纯碱溶液，从吸收塔的顶部淋下吸收气体中的氧化氮，得到中和液。将中和液送入转化器中，加入硝酸将亚硝酸钠转化成硝酸钠，转化反应温度维持在 90～105℃，同时通入空气搅拌。转化后的溶液，用纯碱溶液中和游离酸，使碱度保持在 0.3g/L 以下，在常压下蒸发至溶液沸点达 123～125℃为止，经冷却结晶、离心分离、干燥，制得硝酸钠成品。其反应式如下：

$$Na_2CO_3+NO+NO_2 \longrightarrow 2NaNO_2+CO_2\uparrow$$

$$Na_2CO_3+2NO_2 \longrightarrow NaNO_2+NaNO_3+CO_2\uparrow$$

$$3NaNO_2+2HNO_3 \longrightarrow 3NaNO_3+H_2O+2NO\uparrow$$

反应过程放出的氧化氮气体可返回硝酸生产系统，制造硝酸。

在硝酸镉、钴、镍、银等硝酸盐生产中，反应过程放出的氧化氮气体工业上常用烧碱溶液吸收，因其吸收速度较快，得到的中和液用于生产硝酸钠。

(2) 直接提取法　将钠硝石矿破碎至一定粒度，用淡水（或卤水）喷淋堆浸，得到一定浓度的硝酸钠卤水，经冷硝分离芒硝，把卤水送入盐田中进行日晒蒸发，待有钠硝矾（$NaNO_3 \cdot Na_2SO_4 \cdot H_2O$）晶体出现时，经过滤，副产氯化钠后的卤水继续进行日晒蒸发，得到含有钠硝矾的半成品。然后将半成品用一定量的卤水（或结晶母液）加热溶解，过滤除去杂质，滤液冷却结晶、离心分离、干燥，制得硝酸钠成品。母液返回用于加热溶解半成品。

【安全性】

毒性及防护：粉尘对呼吸器官和皮肤有刺激作用。硝酸钠在体内还原为亚硝酸钠的特性，经常造成变性血红蛋白的形成，在饮用的水中含有 50～100mg/L 硝酸钠时，血中变性血红蛋白明显升高。生产工人操

作时要穿工作服、戴防护口罩、戴乳胶手套等劳保用品，以防粉尘吸入和保护呼吸器官、皮肤。生产设备要密闭，车间通风要良好。下班后要洗淋浴。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重 25kg 或 50kg。包装袋外面应有明显的“氧化剂”、“防热”、“防湿”标志。贮存于阴凉、通风的库房，远离火种、热源。库温不超过 30℃，相对湿度不超过 80%。应与还原剂、活性金属粉末、酸类、易（可）燃物等分开存放，切忌混贮。贮区应备有合适的材料收容泄漏物。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒，防潮。装卸时要小心轻放，防止摩擦和撞击，防止包装破损。失火时，可用砂土、水或各种灭火器扑救，但应避免水溶液与易燃物接触。

【生产单位】 淄博亿山化工有限公司，山西金兰化工有限公司，太原欣力化学品有限公司，杭州龙山化工有限公司。

AI020 食用硝酸钠

【英文名】 sodium nitrate for food

【结构式】 $NaNO_3$

【分子量】 84.99

【物化性质】 参见工业硝酸钠。

【质量标准】 国家标准《食品添加剂　硝酸钠》GB 1891—2007

项目		指标
硝酸钠($NaNO_3$,以干基计)/%		99.3～100.5
氯化物(以 Cl^- 计)/%	≤	0.20
水分/%	≤	1.5
重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.0005
砷(以 As 计)/%	≤	0.0002

注：水分以出厂检验为准。

【用途】 肉制品加工中用作发色剂，可防止肉类变质，并起调味作用。也用作抗微生物剂、防腐剂。

【制法】 转化法：将亚硝酸钠浓母液和稀硝酸一同送入转化塔内，通过蒸汽加热和通入压缩空气进行搅拌，转化成硝酸钠溶液，然后加入纯碱溶液中和成微碱性硝酸钠溶液，再经净化、过滤，除去砷和重金属，然后经蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离、干燥，制得食用硝酸钠成品。其反应式如下：

$$3NaNO_2 + 2HNO_3 \longrightarrow 3NaNO_3 + H_2O + 2NO\uparrow$$

【安全性】

毒性及用量：硝酸钠的毒性作用主要是由它在食物中、水中或在胃肠道内（尤其是在婴幼儿的胃肠道内）被还原成亚硝酸盐所致。LD_{50} 1100～2000mg/kg（大鼠，经口），ADI 0～5mg/kg。按照我国 GB 2760 规定，作为发色剂可用于肉类制品，最大使用量 0.5g/kg；残留量以亚硝酸钠计，肉类罐头不得超过 0.05g/kg，肉制品不得超过 0.03g/kg。出生后 6 个月的幼儿对硝酸盐特别敏感，故不宜用于幼儿食品。

包装及贮运：用内衬食品用聚乙烯薄膜袋的塑料编织袋包装，每袋净重 50kg。包装上应有明显的“氧化剂”、“防热”和“防湿”标志，并印有“食品添加剂”字样。贮运参见工业硝酸钠。

【生产单位】 汉中宇凌化工有限公司，广州市华础化工原料有限公司，湖北兴河化工有限公司。

AI021 硝酸锶

【英文名】 strontium nitrate

【结构式】 $Sr(NO_3)_2$

【分子量】 211.63

【物化性质】 无色立方结晶或白色结晶粉末。相对密度 2.990，熔点 570℃。易溶于水、液氨，微溶于无水乙醇和丙酮。低毒，半数致死量（大鼠，经口）2750mg/kg。有强氧化性，与有机物摩擦或撞击能引起燃烧或爆炸，有刺激性。

【质量标准】 国家标准 GB/T 669—94

名称	分析纯/%	化学纯/%
澄清度试验	合格	合格
水不溶物	0.005	0.01
干燥失重	0.1	0.5
游离酸(以 HNO_3计)	0.013	0.013
氯化物(Cl)	0.0005	0.002
硫酸盐(SO_4)	0.005	0.01
钠(Na)	0.03	0.05
镁(Mg)	0.005	0.01
钾(K)	0.02	0.05
钙(Ca)	0.03	0.05
铁(Fe)	0.0002	0.0005
钡(Ba)	0.02	0.1
重金属(以 Pb 计)	0.0005	0.001

【用途】 用于制造红色烟火，用于制造航道、铁路、机场等的信号灯。国防工业用于制造信号弹、曳光弹、火焰筒。也用于制造电视显像管用的红色发光剂、光学玻璃，还用于医药，制造荧光体。

【制法】

(1) 天青石法　将粉碎至 200 目的天青石矿粉加入除钙器中，再加入盐酸和适量水，使溶液的 pH 值为 1～2，在搅拌下加热至近沸 2h 后，使矿石中的碳酸钙变成氯化钙转入溶液中。将物料放入除钙洗涤器，沉降后将清液倾析除去，用热水反复洗涤料浆至溶液呈中性，将料浆送入转化器，加入纯碱饱和溶液，用蒸汽加热，在搅拌下进行复分解反应 2h，至反应溶液的 pH＝10。再经沉降，将清液倾析，用热水反复洗涤沉淀至溶液 pH 值为 7～8，以洗除硫酸钠和碳酸钠。把料浆送入反应器，在搅拌下缓慢加入 98% 硝酸，至反应溶液 pH 值为 4～5。经压滤，滤液经蒸发浓缩析出结晶，趁热进行离心分离，在 100～150℃下进行干燥，制得硝酸锶成品。其反应式如下：

$$SrSO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow SrCO_3\downarrow + Na_2SO_4$$

$$SrCO_3 + 2HNO_3 \longrightarrow Sr(NO_3)_2 + H_2O + CO_2\uparrow$$

(2) 碳酸锶法　将碳酸锶加入反应器中，在搅拌下缓慢加入 98% 硝酸进行反应，至反应溶液 pH 值为 4～5，经压滤后，滤液送至蒸发器进行蒸发浓缩，析出结晶，趁热进行离心分离，在 100～150℃下进行干燥，制得硝酸锶成品。其反应式如下：

$$SrCO_3 + 2HNO_3 \longrightarrow Sr(NO_3)_2 + H_2O + CO_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：吸入硝酸锶粉尘会引起肺部中等度弥漫性间性改变，与皮肤接触引起致敏作用及发生湿疹性皮炎。最高容许浓度为 $1mg/m^3$。生产工人操作时要穿工作服、戴口罩及乳胶手套等劳保用品，防止吸入和接触硝酸锶粉尘，以保护呼吸器官和皮肤。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重 25kg；用内衬塑料袋的铁桶包装，每桶净重 50kg。包装上应有明显的"氧化剂"标志。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，库温不宜超过 30℃，应防潮。不得与有机物、易燃物品共贮混运，在运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破裂。失火时，可用水、砂土、各种灭火器扑救，但要避免水溶液流到易燃货物处。

【生产单位】 河北辛集化工集团有限责任公司，河北雄威化工股份有限公司，重庆华南无机盐工业有限公司。

AI022 硝酸锌

【英文名】 zinc nitrate

【结构式】 $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$

【分子量】 297.49

【物化性质】 无色四方晶体。相对密度 2.065 (14℃)，熔点 36.4℃，加热到 105～131℃失去 6 个结晶水。溶于水和乙醇，其水溶液呈酸性 (pH＝4)。易潮解，需避

光贮存。加热时分解放出氧化氮气体，先转变成碱式盐 $Zn(NO_3)_2 \cdot 3Zn(OH)_2$，然后形成氧化锌。与有机物接触能引起燃烧和爆炸，燃烧时放出氧化氮气体，有毒！

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 3582—2009

指标名称	固体		液体
	一等品	合格品	
硝酸锌[$Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$]含量/% ≥	98.0	98.0	80.0
游离酸(以 HNO_3 计)含量/% ≤	0.03	0.04	0.03
铁(Fe)含量/% ≤	0.01	0.02	0.005
重金属(以 Pb 计)含量/% ≤	0.05	0.3	0.25
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)含量/% ≤	0.05	0.2	
水不溶物含量/% ≤	0.1	0.2	
氯化物(以 Cl^- 计)含量/% ≤	0.02	0.1	

【用途】 测定血液中硫的浑浊度，媒染剂，中间体。

用于酸化催化剂、乳胶凝结剂、树脂加工催化剂、印染媒染剂、机器零件镀锌、配制钢铁磷化剂及化学试剂等。

【制法】 氧化锌法：在反应器内先加入一定量的水，在搅拌下将硝酸和氧化锌按配料比 1.6∶1（按含量100%计）缓慢加入进行反应，至 pH 值为 3.5～4，静置24h，过滤，把滤液加水稀释到 30～36°Bé，用硝酸调至 pH 为 3，加入锌粉，搅拌数分钟，以置换 Cu^{2+}、Pb^{2+} 等离子，再经澄清，抽滤得到的清液经酸化、蒸发浓缩至60～63°Bé，然后在搅拌下冷却至50℃以下，制得硝酸锌成品。其反应式如下：

$$ZnO + 2HNO_3 \longrightarrow Zn(NO_3)_2 + H_2O$$

如用 98%以上氧化锌为原料，可省去除杂质工序。

【安全性】

毒性及防护：其粉尘对上呼吸道、气管、支气管黏膜有损害，其浓溶液溅到皮肤上会引起溃疡，长期与本品接触会发生皮炎。生产工人操作时应穿工作服，戴防护口罩、乳胶手套等劳保用品，以保护皮肤和呼吸器官。生产设备应密闭，通风应良好。下班后用热水淋浴。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶密封包装，每桶净重 25kg 或 40kg。液体硝酸锌用塑料桶包装，每桶净重 20kg。包装上应有明显的“氧化剂”和“有毒品”标志，属二级无机氧化剂。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，库温不宜超过 30℃，应注意防潮。不得与有机物、易燃物、酸类共贮混运。贮存时要远离热源和火种，以防爆炸，运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土、各种灭火器扑救，但要避免水溶液流到易燃货物处。

【生产单位】 山西省夏县运力化工厂，郑州市金峰达贸易有限公司。

AI023 一水亚硝酸钙

【英文名】 calcium nitrite monohydrate

【结构式】 $Ca(NO_2)_2 \cdot H_2O$

【分子量】 150.11

【物化性质】 纯品为无色至淡黄色六方结晶，易潮解。相对密度 d^{24} 2.23，溶于水，缓慢溶于醇，加热至100℃失去1个结晶水。其水溶液呈碱性［pH10.5（30%水溶液）］。工业生产中有 $Ca(NO_2)_2$、$Ca(NO_2)_2 \cdot H_2O$、$Ca(NO_2)_2 \cdot 2H_2O$、$Ca(NO_2)_2 \cdot 4H_2O$ 和高浓度溶液等产品。与有机物混合能引起燃烧爆炸，与氰化物、铵盐的混合物会产生爆炸，加热或遇还原性物质能分解释放出氮氧化物，大量经口摄入人体会中毒。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
		工业级
亚硝酸钙[$Ca(NO_2)_2 \cdot H_2O$]/%	≥	98.5
铜(Cu)/%	≤	0.001
钠(Na)/%	≤	0.01
铅(Pb)/%	≤	0.001
锰(Mn)/%	≤	0.0004
氨(NH_3)/%	≤	0.008
硫酸盐/%	≤	0.008
氯化物/%	≤	0.05
水不溶物/%	≤	0.04
pH 值(5%溶液)		6～8.5

【用途】 广泛应用于钢筋混凝土工程中，用作水泥硬化促进剂和防冻阻锈剂，混凝土每加入 2%的亚硝酸钙，建造的钢筋混凝土建筑结构寿命能增加 15～20 年。用于医药工业、有机合成和润滑油的腐蚀抑制剂。

【制法】 工业生产主要采用石灰乳吸收 NO_x 生产亚硝酸钙，有连续法和间歇法。

连续法：利用稀硝酸生产过程中排出的含硝尾气（含 $NO+NO_2$ 0.5%～1.5%）或用气氨经空气氧化制取 5%～10%NO_x 的混合气体，控制 NO 和 NO_2 的摩尔比为 1.5 左右，在 40～70℃下通入一级反应器内，经气、液充分混合接触，使石灰乳不断吸收原料气中的 NO_x，直至出口气体中的 NO_x 的含量在 1.5%以下，送入空塔氧化器，在 75～100℃和 2～10kgf/cm^2 压力下，通入氨气与过量的 NO_2 反应，降低 NO_2 的含量。在二级反应器内，一次中和液继续吸收一级反应器尾气，直至 NO_x 的含量降至 0.3%以下，溶液 pH 值控制在 11 以上，得到二次中和液含亚硝酸钙 33.5%，经过滤，将滤液蒸发浓缩，冷却结晶，离心分离，干燥，制得亚硝酸钙成品。其反应式如下：

$$Ca(OH)_2+NO+NO_2 \longrightarrow Ca(NO_2)_2 \cdot H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见亚硝酸钠。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重 25kg 或 50kg，包装上要有牢固清晰的“氧化剂”和“有毒品”字样或标志。远离热源和火种，不可与氧化剂、有机物、易燃易爆物品、硫黄、食用物品等共贮混运。在运输过程中要防雨淋和烈日曝晒，注意防潮。本品不宜久贮。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、干砂土和各种灭火器扑救，但要避免水溶液流到易燃货物处。

【生产单位】 山东鲁光化工厂，山西凯翕克化工有限公司。

AI024 亚硝酸钠

【英文名】 sodium nitrite

【结构式】 $NaNO_2$

【分子量】 69.00

【物化性质】 白色或微带淡黄色斜方晶系结晶或粉末。相对密度 2.2，熔点 270℃。微有咸味，易潮解，易溶于水和液氨，其水溶液呈碱性（pH=9）。微溶于无水乙醇、甲醇、乙醚。露置于空气中缓慢氧化成硝酸钠。加热到 320℃以上分解放出氧气、氧化氮，最终生成氧化钠。与有机物接触易燃烧和爆炸，有毒！

【质量标准】 国家标准 GB 2367—2006

项目		指标		
		优等品	一等品	合格品
亚硝酸钠($NaNO_2$)质量分数(以干基计)/%	≥	99.0	98.5	98.0
硝酸钠($NaNO_3$)质量分数(以干基计)/%	≤	0.8	1.0	1.9
氯化物(NaCl)质量分数(以干基计)/%	≤	0.10	0.17	—
水不溶物质量分数(以干基计)/%	≤	0.05	0.06	0.10
水分的质量分数/%	≤	1.4	2.0	2.5
松散度(以不结块物的质量分数计)/%	≥	85		

注：松散度指标为添加防结块剂产品控制的项目，在用户要求时进行测定。

【用途】 织物染色的媒染剂，丝绸、亚麻的漂白剂，金属热处理剂，钢材缓蚀剂，电镀缓蚀剂，氰化物中毒时的解毒剂，能使红蛋白氧化为高铁血红蛋白与氰基结合；还可以用于制造亚硝酸钾、硝基化合物及偶氮染料等，实验室可作分析试剂。另外，亚硝酸钠还可用于制药工业。

【制法】 吸收法：将稀硝酸生产过程中排出的含硝尾气中一氧化氮和二氧化氮的比例调节到使中和液的亚硝酸钠和硝酸钠的质量比在8以下。然后把含硝尾气从吸收塔底部通入，纯碱溶液从吸收塔的顶部喷淋下吸收气体中的氧化氮，生成中和液。当中和溶液的相对密度为1.24～1.25、碳酸钠含量为3～5g/L时，进行蒸发浓缩、冷却结晶，至50～70℃析出亚硝酸钠结晶，再经离心分离，制得亚硝酸钠成品。其反应式如下：

$$Na_2CO_3+NO+NO_2 \longrightarrow 2NaNO_2+CO_2\uparrow$$

$$Na_2CO_3+2NO_2 \longrightarrow NaNO_2+NaNO_3+CO_2\uparrow$$

经离心分离出的母液，用作生产硝酸钠的原料。

【安全性】

毒性及防护：皮肤接触亚硝酸钠溶液的极限浓度为1.5%，大于此浓度时皮肤会发炎，出现斑疹。误服本品3g可致眩晕、呕吐、处于意识丧失状态。在空气中亚硝酸钠气溶胶最高容许浓度为0.05mg/L。工作人员操作时要穿工作服，戴防护口罩、戴乳胶手套等劳保用品，以保护皮肤。生产设备要密闭，车间要通风良好。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重25kg或50kg。包装上要有牢固清晰的“氧化剂”和“有毒品”标志。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。防止受热，严防接触火种。不得与氧化剂、有机物、易燃易爆物品、酸类、硫黄、食品等共贮混运。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒，注意防潮，本品不宜久贮。装卸时要小心轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救，但要避免水溶液流到易燃货物处。

【生产单位】 重庆市富源化工有限责任公司，山东海化华龙硝铵有限公司，杭州龙山化工有限公司，山东鲁光化工厂，太原欣力化学品有限公司。

AI025 食用亚硝酸钠

【英文名】 sodium nitrite for food

【结构式】 $NaNO_2$

【分子量】 69.00

【物化性质】 参见亚硝酸钠。

【质量标准】 国家标准 GB 1907—2003

项目		指标/%
亚硝酸钠($NaNO_2$)含量(以干基计)	≥	99.0
干燥失重	≤	0.25
水不溶物含量(以干基计)	≤	0.05
砷(As)含量	≤	0.002
重金属(以Pb计)含量	≤	0.002
铅含量	≤	0.001

注：1. 干燥失重以出厂检验结果为准。

2. 当金属含量≤0.001%时，不再测定铅含量。

【用途】 肉类制品加工中用作发色剂，可用于肉类罐头、肉类制品。在肉制品中对抑制微生物的增殖有一定作用（对肉毒梭状芽孢杆菌有特殊抑制作用），能提高腌肉的风味，可作防腐剂。

【制法】 吸收法：将稀硝酸生产过程中排出的含硝尾气从吸收塔底部通入，将20%～30%食用碳酸钠溶液从塔顶喷淋下来以吸收尾气中的氮氧化物，生成中和液，当中和溶液的相对密度为1.24～1.25、碳酸钠含量为3～

5g/L时，加入除砷剂和除重金属剂净化，过滤除去砷和重金属等杂质，精制溶液经蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离、干燥，制得食用亚硝酸钠成品。其反应式如下：

$$Na_2CO_3+NO+NO_2 \longrightarrow 2NaNO_2+CO_2\uparrow$$

$$Na_2CO_3+2NO_2 \longrightarrow NaNO_2+NaNO_3+CO_2\uparrow$$

经离心分离出的母液用作生产食用硝酸钠的原料。

【安全性】

毒性及用量：亚硝酸钠是食品添加剂中毒性较强的物质之一，极量一次为0.3g，摄入多量亚硝酸钠，进入血液后，可使正常的血红蛋白变成正铁血红蛋白而失去携带氧的功能，导致组织缺氧。因能形成强致癌物亚硝胺，故用量应严格控制，宜用抗坏血酸等发色助剂代替以减少亚硝酸盐的用量。ADI 0～0.2mg/kg。按我国GB 2760规定，其最大使用量为0.15g/kg。残留量：肉类罐头≤0.05g/kg；肉制品≤0.03g/kg。

包装及贮运：用内衬食品用聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重50kg；或用双层食品用聚乙烯塑料袋包装，每袋净重5kg。每10袋装于一个内衬防潮纸的木箱内。包装上应有明显的“有毒品”、“防热”、“防湿”标志及“食品添加剂”字样。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。防止受热、受潮。不得与氧化剂、有机物、易燃物、酸类、硫黄及有毒有害物品共贮混运。应用铁路棚车或其他帘篷带盖的交通工具运输，要防雨雪和阳光曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救，要避免水溶液流到易燃货物处。

【生产单位】 山东海化华龙硝铵有限公司，杭州龙山化工有限公司，山东海化集团有限公司。

AI026 硝酸钐

【英文名】 samarium nitrate

【结构式】 $Sm(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$

【分子量】 444.42

【物化性质】 淡黄色三斜结晶，相对密度2.375，熔点78～79℃。溶于水和醇，在潮湿空气中易潮解。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标		
	工业级	化学纯	分析纯
含量[$Sm(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$]/% ≥	98.0	99.0	99.5
氧化钐(Sm_2O_3)/% ≥	39.0	39.2	39.2
相对纯度(Sm_2O_3/REO)/% ≥	99.5	99.95	99.99
铁(Fe_2O_3)/% ≤	0.005	0.002	0.001
硫酸盐(SO_4^{2-})/% ≤	0.01	0.002	0.001
氯化物(Cl^-)/% ≤	0.01	0.002	0.002
磷酸盐(PO_4^{3-})/% ≤	0.003	0.002	0.0005
重金属(PbO)/% ≤	0.002	0.001	0.001
水不溶物/% ≤	0.01	0.005	0.002

【用途】 用于三元催化剂、化学试剂等其他行业。

【安全性】

包装及贮运：采用双层复合塑料袋真空包装，每袋净重1kg、2kg、5kg，置于纸桶（铁桶、塑料桶）中，每桶净重40kg。也可根据用户要求包装。与有机物接触能燃烧和爆炸。

【生产单位】 山东鱼台清达精细化工厂，上海帝阳化工有限公司，怀化银环冶炼有限公司。

AI027 硝酸钆

【英文名】 gadolinium nitrate

【结构式】 $Gd(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$

【分子量】 451.27

【物化性质】 无色三斜结晶，在潮湿空气中易潮解，相对密度2.332，熔点91～92℃，100℃分解。溶于水和醇。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标		
	工业级	化学纯	分析纯
含量[$Gd(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$]/% ≥	98.0	99.0	99.0
氧化钆(Gd_2O_3)/% ≥	39.4	39.4	39.6
相对纯度(Gd_2O_3/REO)/% ≥	99.90	99.95	99.995
铁(Fe_2O_3)/% ≤	0.001	0.0005	0.0003
硫酸盐(SO_4^{2-})/% ≤	0.02	0.005	0.002
氯化物(Cl^-)/% ≤	0.01	0.005	0.005
硅(SiO_2)/% ≤	0.05	0.002	0.001
铝(Al_2O_3)/% ≤	0.002	0.005	0.0005
重金属(PbO)/% ≤	0.001	0.001	0.0003
水不溶物/% ≤	0.01	0.002	0.001

【用途】 主要用于化工行业、化学试剂。

【安全性】
包装及贮运：采用双层复合塑料袋真空包装，每袋净重 1kg、2kg、5kg，置于纸桶（铁桶、塑料桶）中，每桶净重 40kg。也可根据用户要求包装。与有机物接触能燃烧和爆炸。

【生产单位】 山东鱼台清达精细化工厂。

AI028 硝酸钯

【英文名】 palladium nitrate

【结构式】 $Pb(NO_3)_2$

【分子量】 230.72

【物化性质】 深棕色结晶，空气中极易潮解。易溶于水和硝酸，受热分解。

【质量标准】 硝酸钯溶液的化学成分应符合下表的规定。

Pd(质量分数)/%	杂质元素(质量分数)/% ≤									
	Pd	Cu	Fe	Zn	Ni	Al	Sn	Cr	Au	Ag
10～25	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

【用途】 用作分析试剂和氧化剂，也用于氯和碘的分离；催化剂，合成多种钯化合物和催化剂的原料，大量用来配制钯镀槽液。

【安全性】 低温避光、干燥密封保存，在空气中极易吸潮。包装 5g/瓶、10g/瓶、20g/瓶、500g/瓶。也可根据用户要求包装。与有机物接触能燃烧和爆炸。

【生产单位】 陕西开达化工有限公司，西安凯立化工有限公司。

AI029 硝酸氧锆

【别名】 硝酸锆酰

【英文名】 zirconium oxynitrate

【结构式】 $ZrO(NO_3)_2 \cdot 2H_2O$

【分子量】 267.67

【物化性质】 白色结晶或粉末，有潮解性，具强酸味。易溶于水和醇，水溶液呈酸性，有氧化性。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
	工业级
锆含量/% ≥	19.64
铁(Fe)/% ≤	0.005
重金属(以 Pb 计)/% ≤	0.01
铜(Cu)/% ≤	0.001
水不溶物/% ≤	0.01

【用途】 用作测定钾和氟化物的试剂，也用于发光剂和耐火材料的制备。

【安全性】 按客户要求。防潮、密封保存，与有机物接触能燃烧和爆炸。

【生产单位】 淄博市荣瑞达粉体材料厂。

AI030 次硝酸铋

【别名】 硝酸氧铋；碱式硝酸铋

【英文名】 basic bismuth nitrate

【结构式】 $4BiNO_3(OH)_2 \cdot Bi(OH)$ 或 $xBi_2O_3 \cdot yN_2O_3 \cdot zH_2O$

【分子量】 1461.99

【物化性质】 白色重质粉末，有珠光光泽。几乎无臭，不溶于水和乙醇，易溶于

硝酸或盐酸和稀硫酸中，根据制备条件不同所得碱式硝酸铋的组成各异。在 260℃ 分解成 Bi_2O_3 和 NO_2，加热碱式硝酸铋到 400～450℃ 分解成 α-Bi_2O_3，继续加热到 710～740℃ 得 β-Bi_2O_3。

【质量标准】 卫生部标准：医用次硝酸铋

指标名称		指标
次硝酸铋/%		80～82.5
氧化物/%	≤	0.14
砷盐/%	≤	0.001
硝酸盐及酸中不溶物		符合试验
铜盐、铅盐、银盐计硫酸盐		符合试验
碱金属、碱土金属/%	≤	0.5
干燥失量/%	≤	2

【用途】 医药上收敛、止泄剂，用于胃及十二指肠溃疡、腹痛、腹泻；并可用作除臭剂和防腐剂及制造其他铋盐。

【制法】 工业上次硝酸铋的生产方法有两种。一种是合成法，即将金属铋或氧化铋与硝酸直接反应而得，第二种是中和法，即用碳酸钠溶液中和硝酸铋溶液制得。

【安全性】 内塑外编织袋，每袋 25kg，或按客户要求。与有机物接触能燃烧和爆炸。

【生产单位】 广东西陇化工有限公司。

Am 磷化合物及磷酸盐

磷化合物和磷酸盐是无机盐工业的重要组成部分，随着其系列产品品种的不断增加，应用范围也不断扩大，在国民经济各部门、国防工业和尖端技术中起着越来越重要的作用。

黄磷是制造赤磷、磷化合物和热法磷酸的基本原料，大规模制造廉价黄磷属根本之举。美国 1990 年采用电炉法生产黄磷的厂家仅 5 家，但年生产能力达 37.5 万吨，规模最大者一家的年生产能力达 13.5 万吨。中国是黄磷生产大国，产能约占全球总产能的 85%，但却不是强国。

热法磷酸目前国内外普遍采用二步法生产。

湿法磷酸比热法磷酸产量大，绝大部分用于生产磷肥，只有小部分用于生产磷酸盐。目前，湿法磷酸的生产国内外多采用二水物法，一般采用工业硫酸处理磷矿，经过滤得到含 20%～30% P_2O_5 的磷酸，滤渣为二水硫酸钙。此外，为获得含 40% 或 50% P_2O_5 的磷酸，各国相继研究开发了多种方法。如美国的 Dorr 法、Chemico 法，西方石油半水法，欧洲有 Prayon 法、Saint-Goban 法等。日本研究的半水二水重结晶法已经工业化。

中国是磷化工大国，黄磷、磷酸、磷复肥、三聚磷酸钠等产品的生产能力位居世界前列。但中国磷化合物和磷酸盐生产与世界水平相比，在生产规模、工艺技术、产品品种及规格等方面都有一定差距。经过 60 多年的建设和发展，尤其是经过“十五”和“十一五”时期的快速发展，我国磷化学工业已从以磷肥和黄磷为主的初级磷矿加工发展成为以黄磷深加工和磷酸精细化为主导的现代磷化工产业，并形成了自己的特点，具有一定的先进水平：如喷射除雾制热法磷酸、连续法干燥脱水、池炉熔聚制六偏磷酸钠等。旋液降膜式蒸发器具有大型化、连续化、自动化和节约水蒸气的特点，已应用于正磷酸盐生产，可代替标准型真空蒸发器。在磷酸三钠生产中已引用了 DTB 结晶器，大大提高了浓缩、结晶效率。料浆法磷铵世界领先，磷酸生产和净化技术在规模和技术上走在世界前列。

生产黄磷和湿法磷酸所用的磷矿石在我国绝大部分分布于云南、四川、贵州、湖南、湖北五省，而富矿几乎全部集中于昆阳、开阳和襄阳地区。

目前全世界工业生产的无机磷化合物有 200 多种，加上同一品种不同

规格，总数达 300 种以上。其中美国无机磷化合物达 114 种，我国有 100 多种。磷酸盐工业品种主要有磷酸钠盐、钙盐、钾盐、铵盐等。尽管磷酸盐洗涤助剂和清洁助剂受到禁磷的制约，但占据工业市场消费的 50%左右，仍然是工业磷酸盐的重要品种。而食品级磷酸盐等专用磷化学制品的应用将日益广泛，大有发展前途。

我国磷化合物和磷酸盐行业的今后发展方向是：合理布局、集中向大型化和国际化方向发展，开发精细和专用化新产品，增加产品规格，提高技术装备水平和产品质量，加强应用研究，扩大产品应用领域。多联产、一体化和循环化的特点正越来越凸现，合理利用资源和节省能源，搞好综合利用，加强生态环境的保护以实现磷化工产业的可持续发展。

Am001 工业黄磷

【别名】 白磷

【英文名】 phosphorus，yellow for technical；phosphorus，white for technical

【结构式】 P_4

【分子量】 123.90

【物化性质】 磷有几种同素异形体，常见的有白磷和赤磷。白磷在贮存时由于受光和杂质的影响易变为淡黄色，故习惯上称为黄磷，其外观为黄色蜡状固体，质软，可用刀切割。相对密度 1.82 (20℃)，熔点 44.1℃，沸点 280℃。不溶于水，微溶于醇，溶于液碱、苯、乙醚、氯仿、甲苯，易溶于二硫化碳。易燃，在 34℃ 即自行燃烧。必须贮存在水中(切割也需在水中)。黄磷在黑暗中能发光，这种现象称为冷发光。其活泼性比赤磷大，与卤素、氧能直接反应，生成相应的卤化物或氧化物，并放出大量的热。有恶臭，极毒！

【质量标准】 国家标准《工业黄磷》GB 7816—1998

指标名称		外观	黄磷/%		不溶物/%	
			在苯中	在二硫化碳中	在苯中	在二硫化碳中
指标	一级	石蜡状，淡黄色至微黄绿色	≥99.90	≥99.90	≤0.10	≤0.10
	二级	石蜡状，黄绿色至棕绿色	≥99.50	—	≤0.50	—

【用途】 主要用于生产热法磷酸、三氯化磷、三氯氧磷、五硫化二磷等磷化合物及供制造敌百虫、甲胺磷、杀虫脒、杀螟松、敌敌畏等有机农药和灭鼠药的原料。少量用于生产赤磷和五氧化二磷。军事上用于制造燃烧弹、曳光弹、烟幕弹和信号弹。也用于生产磷铁合金及医药、有机原料等工业。

【制法】 将磷矿石在高温下用碳还原生成磷蒸气，经冷凝后制得黄磷。还原反应在高炉内进行时称为高炉法，在电炉内进行时称为电炉法。用电炉法生产黄磷有产品质量好、劳动生产率高、生产成本低的优点，目前国内外普遍采用电炉法生产，而且电炉向大型化发展。电炉法将磷矿石、焦炭和硅石分别破碎至规定粒度，然后按规定比例混合，混合料在密闭的三相电炉中于 1400～1500℃ 高温下熔融进行还原反应，生成的磷蒸气经冷凝塔冷却，凝聚成液滴，与机械杂质一起进入塔底集磷槽中，即得粗磷。将粗磷在精制锅中用蒸汽加热、搅拌、澄清后，纯磷沉积在锅底。放入黄磷池，冷却成型后，制得黄磷成品。其反应式如下：

$$4Ca_5F(PO_4)_3 + 21SiO_2 + 30C \longrightarrow 3P_4\uparrow + 30CO\uparrow + SiF_4\uparrow + 20CaSiO_3$$

集磷槽底的磷泥定期取出，作回收磷用。从冷凝塔出来的尾气含一氧化碳80%～90%，可用作燃料，也可供制甲酸或草酸用。炉渣定期排出，供制水泥、砖和矿渣棉等建筑材料，磷铁（含21%～22%P，63%～73%Fe）定期排出，供冶金工业用。

【安全性】 白磷是一种易自燃的物质，其着火点为40℃，但因摩擦或缓慢氧化而产生的热量有可能使局部温度达到40℃而燃烧。因此，不能说气温在40℃以下白磷不会自燃。

白磷有剧毒。人的中毒剂量为15mg，致死量为50mg。误服白磷后很快产生严重的胃肠道刺激腐蚀症状。大量摄入可因全身出血、呕血、便血和循环系统衰竭而死。若病人暂时得以存活，亦可由于肝、肾、心血管功能不全而慢慢死去。皮肤被磷灼伤面积达7%以上时，可引起严重的急性溶血性贫血，以至死于急性肾功能衰竭。长期吸入磷蒸气，可导致气管炎、肺炎及严重的骨骼损害。

白磷中毒后，呼吸有大蒜气味；呕吐物可在暗处发光。吸入、食入、经皮吸收、急性吸入中毒表现有呼吸道刺激症状、头痛、头晕、全身无力、呕吐、心动过缓、上腹疼痛、黄疸、肝肿大，重症出现急性肝坏死、中毒性肺水肿等。口服中毒出现口腔糜烂、急性胃肠炎，甚至发生食道、胃穿孔，数天后出现肝、肾损害，重者发生肝、肾功能衰竭等。本品可致皮肤灼伤，磷经灼伤皮肤吸收引起中毒，重者发生中毒性肝病、肾损害、急性溶血等，以致死亡。

白磷慢性中毒表现为神经衰弱综合征、消化功能紊乱、中毒性肝病。引起骨骼损害，尤以下颌骨显著，后期出现下颌骨坏死及齿槽萎缩。

对大气可造成污染，接触空气易自燃。

皮肤接触后脱去污染的衣着，立即涂抹2%～3%硝酸银灭磷火，用大量流动清水冲洗，如有不适感，就医。眼睛接触后立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗10～15min。如有不适感，就医。吸入后迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；呼吸、心跳停止，立即进行心肺复苏术并就医。食入后立即用2%硫酸铜洗胃，或用1∶5000高锰酸钾洗胃，洗胃及导泻应谨慎，防止胃肠穿孔或出血。

严加密闭，提供充分的局部排风，提供安全淋浴和洗眼设备。可能接触毒物时，应该佩戴过滤式防毒面具（全面罩），穿密闭型防毒服，戴橡胶手套。工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作完毕，彻底清洗。实行就业前和定期的体检。

包装及贮运：黄磷危规号42001，UN编号1381，标志为自燃物品、剧毒品。

黄（白）磷应贮存在阴凉的库房内，宜专库专贮。应与易燃品、爆炸品、氧化剂、硫黄、卤素、强酸和氧气等隔离，远离热源和火种。黄磷危险性极大，在空气中能自燃，必须浸没于水中。搬运时要轻拿轻放，防止震动、摩擦，严防铁桶倒放。黄磷极毒！操作时应穿戴防护用品，防止与皮肤接触，切勿入口。

包装按联合国“关于危险货物运输建议规章范本（第十八版）”包装Ⅰ类要求执行。用铁桶盛装，桶身应绝对不漏，桶内盛冷水（防止使用碱性水），黄磷浸没于水中，水层上面的自由空间应不小于容器总体积的5%，每桶净重20～50kg。铁桶侧面应涂刷明显的“自燃物品”和“剧毒品”标志。

失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。消防人员必须穿橡胶防护服、胶鞋，并佩戴过滤式防毒面具（全面罩）或

自给式呼吸器灭火。

【生产企业】 湖北兴发化工集团股份有限公司，江阴澄星实业集团有限公司，云南磷肥工业有限公司，贵州黔能天和磷业有限公司，昆明中轻依兰集团公司，云南马龙产业集团股份有限公司，四川省川投化学工业集团有限公司，重庆川东化工（集团）有限公司，贵州开阳青利天盟化工有限公司，四川金石磷化工有限公司，四川林辰实业集团，贵州开磷集团，云南南磷集团、湖北尧治河化工股份有限公司等。

Am002 赤磷

【别名】 红磷

【英文名】 phosphorus，red

【结构式】 P_4

【分子量】 123.90

【物化性质】 紫红色立方结晶或无定形粉末，具有金属光泽。相对密度 2.34，熔点 590℃ （4.356975MPa），沸点 280℃。溶于三溴化磷和氢氧化钠，不溶于水、二硫化碳、氨和乙醚。加热至 200℃则着火燃烧生成五氧化二磷，在有氯环境中加热时亦会燃烧。遇氯酸钾、高锰酸钾、过氧化物和其他氧化剂时可引起爆炸。易燃、无毒、无臭，在暗处不发磷光。

【质量标准】 国家标准《工业赤磷》GB/T 4947—2003

指标名称		外观	赤磷/%	黄磷/%	游离酸(以 H_3PO_4 计)/%	水分/%	细度
指标	优等品	紫红色粉粒,部分具有金属光泽	≥99.0	≤0.005	≤0.30	≤0.20	供需协商
	一等品		≥98.5	≤0.005	≤0.50	≤0.25	
	合格品		≥97.5	≤0.010	≤0.80	≤0.30	

注：工业赤磷稳定贮存期为 3 个月，半年之中一等品赤磷含量不小于 98.0%，游离酸含量不大于 0.7%。

【用途】 用于制造火柴、烟火，以及磷化铝、五氧化二磷、三氯化磷等，是生产有机磷农药的原料。用于制备半导体化合物及用作半导体材料掺杂剂，冶金工业用于制造磷青铜片，还用于轻金属的脱酸及制药。

【制法】

（1）转化法（密闭钢锅装置） 将黄磷加入密闭的铸铁锅或钢锅中，在隔绝空气下用煤气或电加热稍低于 420℃下保持数小时进行转化而成赤磷，冷却后转化锅中的物料为暗红色至紫色的固体，此时尚含微量黄磷，经粉碎后，用稀烧碱溶液煮沸把黄磷除去，然后用湿法过筛。在回转过滤机中过滤和洗涤，经真空干燥，制得赤磷成品。其反应式如下：

$$P_4 \xrightarrow{\text{隔绝空气加热}} P_4$$

（2）转化法（球磨机转化器装置） 在加入黄磷之前，球磨机先用惰性气体置换，在温度达 180～190℃之前，转化器与水封相连，约需 2h，除去所有的水蒸气。然后在密封条件下，使黄磷升温至 270℃，历时约 20h。此时即开始放热反应，在 4h 内将温度升到 290℃。当放热终止后，重新加热使温度升到 360℃，历时约 5h。赤磷中含黄磷低于 0.1%，待冷却后用稀烧碱溶液煮沸除去。然后加入 1%氧化镁使赤磷稳定。经过滤、水洗、真空干燥，制得赤磷成品。其反应式如下：

$$P_4 \xrightarrow{\text{隔绝空气加热}} P_4$$

【安全性】 本品易燃，遇明火、高热、摩擦、撞击有引起燃烧的危险，与溴混合能发生燃烧。与大多数氧化剂如氯酸盐、硝酸盐、高氯酸盐或高锰酸盐等组成爆炸性能十分敏感的化合物。燃烧时放出有毒的刺激性烟雾，燃烧分解产物为氧化磷、磷烷。

吸入及食入：赤磷产品不纯时可含少量黄磷，可致黄磷中毒。经常吸入红磷尘，可引起慢性磷中毒。

皮肤接触：长期接触可致皮炎。皮肤接触后脱去被污染的衣着，用大量流动清水冲洗，立即涂抹2%～3%硝酸银灭磷火，如有不适感，就医。眼睛接触后立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少15min，如有不适感，就医。吸入后迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸并就医。食入后立即用2%硫酸铜洗胃，或用1∶5000高锰酸钾洗胃，洗胃及导泻应谨慎，防止胃肠穿孔或出血。

密闭操作，局部排风。可能接触其粉尘时，应该佩戴过滤式防尘呼吸器和化学安全防护眼镜。穿一般作业工作服，戴一般作业防护手套。工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作完毕，淋浴更衣，及时换洗工作服。

包装及贮运：赤磷危规号41001，UN编号No.1338。标志为易燃固体。

应贮存于阴凉、通风的库房，远离火种、热源。库温不超过32℃，相对湿度不超过80%。应与氧化剂、卤素、卤化物等分开存放，切忌混贮。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。贮区应备有合适的材料收容泄漏物。搬运时应轻拿轻放，严防震动、摩擦，严防粉末散落，如发现损漏，用湿黄砂拌和扫除或用湿布揩去散漏的粉末。

运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备，装运本品的车辆排气管须有阻火装置。运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与氧化剂、卤素、卤化物等混装混运。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温，中途停留时应远离火种、热源。车辆运输完毕应进行彻底清扫。铁路运输时要禁止溜放。

包装按联合国“关于危险货物运输建议规章范本（第十八版）”包装Ⅲ类要求执行。铁桶装，桶内外涂漆，桶盖必须封严。每桶净重10kg或50kg。包装净重50kg时，桶内赤磷分装在10个塑料袋中，每袋净重5kg。包装净重为10kg时，桶内衬塑料袋，每两桶装于一只木箱中，桶与桶之间和其他空隙处用木板条、木屑及其他松软材料隔开，以防撞击发生燃烧。桶外或箱外应有明显的“易燃物品”标志。在规定贮存的条件下，保持期为5个月。

失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。消防人员要戴防毒面具。

【生产企业】 连云港鹏瑞化工有限公司，淮安永创化学有限公司，济宁圣城化工实验有限责任公司，云南江磷集团股份有限公司，四川什邡市川鸿磷化工有限公司，四川省什邡市新三磷化工有限公司，四川蓝剑化工（集团）有限责任公司，重庆长化磷化工有限责任公司，连云港市富春化工有限公司，湖南泸溪县森工高科技有限公司，安县茂森化工有限责任公司，云南南磷集团嵩意磷化工有限公司等。

Am003 工业磷酸

【别名】 正磷酸；原磷酸

【英文名】 phosphoric acid for technic

【结构式】 H_3PO_4

【分子量】 98.00

【物化性质】 纯品为无色透明黏稠状液体或斜方晶体，无臭，味很酸。市售的85%磷酸是无色透明或略带浅色稠状液体。熔点42.35℃，至沸点213℃时（失去$1/2H_2O$），则生成焦磷酸，加热至300℃变成偏磷酸。相对密度d_{18} 1.834，易溶于水，溶于乙醇。其酸性较硫酸、盐酸和硝酸等强酸弱，但较醋酸、硼酸等弱酸强。能刺激皮肤引起发炎，破坏肌体组

织。浓磷酸在瓷器中加热时有侵蚀作用，有吸湿性。

【质量标准】 国家标准《工业磷酸》GB/T 2091—2008

项目		85%磷酸			75%磷酸		
		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
色度/黑曾单位	≤	20	30	40	20	30	40
磷酸(H_3PO_4)质量分数/%	≥	85.0	85.0	85.0	75.0	75.0	75.0
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/%	≤	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/%	≤	0.003	0.005	0.01	0.003	0.005	0.01
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.002	0.002	0.005	0.002	0.002	0.005
砷(As)质量分数/%	≤	0.0001	0.005	0.01	0.0001	0.005	0.01
重金属(以 Pb 计)质量分数/%	≤	0.001	0.001	0.005	0.001	0.001	0.005

注：产品的外观为无色透明或略带浅黄色稠状液体。

【用途】 湿法磷酸主要用于制造各种磷酸盐，如磷酸铵、磷酸二氢钾、磷酸氢二钠、磷酸三钠等和缩合磷酸盐类。精制磷酸用于制饲料用磷酸氢钙，用于金属表面磷化处理，配制电解抛光液和化学抛光液用于铝制品的抛光。医药工业用于制造甘油磷酸钠、磷酸铁等，也用于制造磷酸锌作为牙科补牙黏合剂。用作酚醛树脂缩合的催化剂，染料及中间体生产用的干燥剂。印刷工业用于配制揩去胶印彩印版上污点的清洗液，还用于配制火柴梗浸渍液。冶金工业用于生产磷酸耐火泥，提高炼钢炉寿命。是橡胶浆料的凝固剂及生产无机黏结剂的原料。涂料工业用作金属防锈漆。

【制法】 工业生产方法有湿法和热法。前者制得的磷酸浓度较低，而且含杂质较多，需要进行净化。如以酮、醇混合物为萃取体系精制湿法磷酸，经萃取-洗涤-反萃取和钡盐沉淀净化的工艺流程，已生产出合格的 85%工业磷酸。后者制得的磷酸浓度和纯度都高，但耗电量大、投资和成本较高。

(1) 湿法　是用酸分解磷矿石制得，此法分为硫酸法、盐酸法、硝酸法和硫酸氢铵法，常用为硫酸法。硫酸法由于反应温度和制得的磷酸浓度不同，在磷酸水溶液中硫酸钙晶体有三种不同形式，按其生产工艺分为“二水物”流程、“半水物”流程、“无水物”流程，近年还出现“半水-二水物”流程和“二水-半水物”流程等。

湿法（硫酸法）二水物流程：将磷矿石粉碎至 150～180μm 后，加入萃取槽，再加入淡磷酸和返酸以维持料浆的液固比为（2.5～3.5）∶1（质量比），并调节磷酸浓度。把硫酸按理论量的 102%～104%加入萃取槽，与磷矿粉于 75～85℃进行萃取反应 4～8h。将反应后的料浆过滤，滤液即为磷酸，P_2O_5 质量分数一般在 20%～25%，其中一部分返回萃取槽调节液固比，另一部分送去蒸发浓缩，制得磷酸成品。其反应式如下：

$$Ca_5F(PO_4)_3+5H_2SO_4+10H_2O \longrightarrow 3H_3PO_4+5(CaSO_4 \cdot 2H_2O)+HF\uparrow$$

滤渣经多次洗涤后排出，其磷石膏用于制造硫酸的原料，洗液返回萃取槽用。

(2) 热法　热法磷酸的生产有酸冷流程、水冷流程和喷射除雾流程，现分述如下。

① 酸冷流程。将黄磷在熔磷槽内熔化成液体，经磷喷嘴送入燃烧水合塔，同时用压缩空气（一次空气）将磷雾化，使磷氧化燃烧生成五氧化二磷。为了使磷氧

化完全，在塔顶还需补充二次空气。在塔顶沿塔壁淋洒 30～40℃的循环磷酸，使五氧化二磷气体冷却，同时与水合成磷酸。排出的气体进入电除雾器以回收磷酸，再经冷却至 30～40℃后，大部分作循环磷酸返回燃烧水合塔，小部分作磷酸成品。其反应式如下：

$$P_4+5O_2 \longrightarrow 2P_2O_5$$

$$P_2O_5+3H_2O \longrightarrow 2H_3PO_4$$

② 水冷流程。将黄磷熔化后，用泵把液态磷送入燃烧室，同时用压缩空气使磷雾化，并补充二次空气，使磷在燃烧室内进行氧化。产生的气体温度为 800℃左右，在室外用水冷却，使壁温保持 80～125℃。从燃烧室出来的气体进入石墨制的气体冷却器，气体经冷却至 80℃时进入水合塔，在塔中分三层喷水冷却，并水合成磷酸成品。尾气冷却至 100℃以下，经电除雾器排入大气。

③ 喷射除雾流程。将液态黄磷经磷喷嘴送入燃烧水合塔，同时用压缩空气使磷雾化，燃烧生成的五氧化二磷立即与水形成磷酸酸雾。酸雾经热交换器冷却后被喷射除雾器吸入，酸雾在喷射器喉部碰撞，凝集成大颗粒后在旋风分离器内回收，配制成 85% H_3PO_4，制得磷酸成品。

【安全性】 磷酸遇金属反应放出氢气，能与空气形成爆炸性混合物，受热分解产生剧毒的氧化磷烟气。本品不燃，具有腐蚀性、刺激性，可致人体灼伤。空气中最高容许浓度为 1mg/m^3。燃烧分解产物为氧化磷。

可吸入、食入、经皮吸收，蒸气或雾对眼、鼻、喉有刺激性。口服液体可引起恶心、呕吐、腹痛、血便或休克。皮肤或眼接触可致灼伤，对皮肤有相当强的腐蚀作用，可引起皮肤炎症性疾患；能造成全身中毒现象。

慢性影响　鼻黏膜萎缩、鼻中隔穿孔。

环境危害　对环境有危害，对水体、土壤、大气可造成污染。

皮肤接触后需立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗至少 15min，如有不适感，就医。眼睛接触后立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15min，如有不适感，就医。吸入后应迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸并就医。食入后用水漱口，给饮牛奶或蛋清，如有不适感，就医。

生产人员工作时应穿戴防护用具，如工作服、橡皮手套、橡皮或塑料围裙、长筒胶靴。注意保护呼吸器官和皮肤，如不慎溅到皮肤上，应立即用大量清水冲洗，把磷酸洗净后，一般可用红汞溶液或龙胆紫溶液涂抹患处，严重时应立即送医院诊治。

工作场所禁止吸烟、进食和饮水，饭前要洗手。工作完毕，淋浴更衣。单独存放被毒物污染的衣服，洗后备用，保持良好的卫生习惯。

磷酸危规编号 81501，UN 编号 No. 1805。标志为 8 类腐蚀物品。

应贮存在阴凉、通风的库房内。高浓度磷酸在冬季寒冷地区要注意保温，防止结冰，防止容器破裂发生渗漏。严禁与易燃物或可燃物、碱类、活性金属粉末、食用化学品等混装混运。

运输时运输车辆应配备泄漏应急处理设备。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。倒空的容器可能残留有害物。稀释或制备溶液时，应小心把酸慢慢加入水中，防止发生过热和飞溅。

磷酸用聚乙烯塑料桶或钢塑桶装，桶口必须加内盖和外盖严密封闭。每桶净含量 25kg、30kg、35kg、200kg、330kg。用户有特殊要求时，供需协商。运输时轻

提轻放，严禁烈日曝晒和猛烈撞击，以防容器破裂。

【生产企业】 江苏澄星磷化工股份有限公司，贵州宏福实业开发有限总公司，湖北兴发集团，湖北宜化集团，贵州开磷集团，云南云天化国际化工股份公司，中化化肥控股有限公司，云南马龙产业集团，安徽六国化工股份有限公司，四川川恒化工股份有限公司，云南五矿新化股份有限公司，江西贵溪化肥有限责任公司，云南江磷集团股份有限公司。

Am004 高纯工业磷酸

【英文名】 phosphoric acid, technical, highly purified

【结构式】 H_3PO_4

【分子量】 98.00

【物化性质】 参见工业磷酸。

【质量标准】 企业标准辽 Q/HG 1890—1984

指标名称	外观	$\omega(H_3PO_4)$/%	$\omega(As)$/%	$\omega(Pb)$/%	$\omega(Cu)$/%	$\omega(Fe)$/%	$\omega(Ni)$/%	$\omega(Cr)$/%	$\omega(F)$/%	$\omega(SO_3)$/%	$\omega(Cl)$/%
指标	无悬浮物，无色，透明油状物	70.0～75.0	≤0.0005	≤0.0003	≤0.0001	≤0.002	≤0.001	≤0.0001	≤0.002	≤0.005	≤0.0015

【用途】 主要用于乙烯水合生产乙醇用催化剂、高纯磷酸盐、医药品制造、化学试剂。

【制法】 精制提纯法：将工业磷酸用无离子水溶解后，进行提纯，除去砷和重金属等杂质，经过滤、浓缩，制得高纯工业磷酸成品。

【安全性】 参见工业磷酸。

【生产单位】 辽宁省开原市兴开磷化工有限责任公司，江苏澄星磷化工集团，贵州宏福实业开发有限总公司，贵州开磷集团，北京五洲世纪红星化工有限责任公司，武汉无机盐化工有限公司，广州市奥希洋化工有限公司，成都天华化工科技有限公司，湖北联兴化工有限公司。

Am005 多聚磷酸

【别名】 聚磷酸；多磷酸四磷酸；四聚磷酸；聚合磷酸

【英文名】 polyphosphoric acid; superphosphoric acid; tetraphosphoric acid; PPA

【结构式】 $H_6P_4O_{13}$

【分子量】 337.93

【物化性质】 无色透明黏稠状液体。易潮解，能与水混溶并水解为正磷酸，不结晶，有腐蚀性。

【质量标准】 企业标准 Q/GHRP43—92

项目	指标	
	食品级	工业级
含量/%	≥116	≥115
P_2O_5含量/%	≥84	≥83
硫酸盐	0.002	0.01
黏度/cP	35000	35000
色度/黑曾单位	20	50
重金属(以 Pb 计)/%	≤0.001	≤0.01
铁含量(Fe)/%	≤0.001	≤0.01
砷含量(As)/%	≤0.0025	≤0.01

【用途】 在化工和石化行业被用于聚合、烷化、脱水、异构化处理，在有机合成中用作化合物环化剂及酰化剂，特别是在医药、有机颜料、石化催化剂方面有着广泛的应用。也用作正磷酸的代用品及分析试剂。

【制法】 合成法：将磷酸和五氧化二磷加

热进行聚合反应，加入双氧水除去溶液中的铁离子，经净化后，冷却、过滤，制得多磷酸成品。其反应式如下：

$$2H_3PO_4+P_2O_5 \longrightarrow H_6P_4O_{13}$$

【安全性】 不燃，但与H发泡剂接触会引起燃烧。腐蚀性不太强，遇水水解成正磷酸。

危规编号：GB 8.1类，81505。标志为二级无机酸性腐蚀物品。

应贮存在阴凉、通风的库房内，容器必须密封。不可与碱性物品、易燃物品、氧化剂等共贮。

起运时包装要完整，装载应稳妥。运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。装卸时要轻拿轻放，防止容器破裂发生渗漏。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温，严禁与氧化剂、食用化学品等混装混运。运输时运输车辆应配备泄漏应急处理设备。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。

塑料桶或玻璃瓶外用木箱，内衬不燃材料。5月到9月期间可以贮存60天；10月到4月期间可以贮存90天。

【生产单位】 常州市武进华洋化工有限公司，常州市政成化工厂有限公司，广西越洋化工集团，四川眉山市东坡区晶鑫化工厂，池州龙华医药化工有限公司，上海汇港磷酸盐厂，襄阳高隆磷化工有限责任公司，云天化集团云南天耀化工有限公司，云南江磷集团股份有限公司。

Am006 亚磷酸

【别名】 氢磷酸酯；水剂亚磷酸

【英文名】 phosphorous acid; phosphonic acid; hydrogen phosphonate; phosphorus (+3) trihydride cation trihydroxide; ortho-phosphorous acid

【结构式】 H_3PO_3

【分子量】 82.00

【物化性质】 无色结晶。相对密度1.651(21.2℃)，熔点73.6℃，沸点200℃（分解）。易溶于水和醇，在空气中缓慢氧化成正磷酸，加热到180℃时分解成正磷酸和磷化氢（剧毒）。亚磷酸为二元酸，其酸性比磷酸稍强，它具有强还原性，容易将Ag^+还原成金属银，能将硫酸还原成二氧化硫。有强吸湿性和潮解性，有腐蚀性。

【质量标准】 化工行业标准HG/T 2520—2006

项目	指标		
	优等品	一等品	合格品
亚磷酸(H_3PO_3)质量分数/% ≥	99.0	98.0	97.0
氯化物(以Cl^-计)质量分数/% ≤	0.001	0.01	0.02
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.0005	0.001	0.005
磷酸盐(以PO_4^{3-}计)质量分数/% ≤	0.1	0.2	0.6
硫酸盐(以SO_4^{2-}计)质量分数/% ≤	0.0005	0.008	0.01

注：产品外观为白色结晶。

【用途】 是制造亚磷酸盐的原料，也是制造塑料稳定剂（如二盐基亚磷酸铅）和有机磷农药的原料。用作聚碳酸酯的稳定剂，也用作尼龙1010的抗氧化剂。

【制法】 工业生产方法有三氯化磷水解法和亚磷酸盐法。

水解法：将三氯化磷在搅拌下缓慢地滴加水进行水解反应，生成亚磷酸，经精制、冷却结晶、脱色，制得亚磷酸成品。其反应式如下：

$$PCl_3+3H_2O \longrightarrow H_3PO_3+3HCl$$

生产过程中产生氯化氢回收利用，可制成盐酸。

【安全性】 具有腐蚀性，受热分解产生剧毒的氧化磷烟气。

危规编号：GB 8.1类81520，UN编号No.2854；标志为二级无机酸性腐蚀物品。

应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，远离火种、热源。不可与碱类物品、有毒物品、H 发孔剂及其他易腐蚀物品共贮。

起运时包装要完整，运输时要防雨淋和日晒；海洋运输不能放置在甲板上。装卸时要轻拿轻放，切勿滚动和倒置，防止包装破损。运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与碱类、食用化学品等混装混运。运输时运输车辆应配备泄漏应急处理设备。

包装密封，严禁受潮倒放，出口包装用三合板圆桶，内衬两层聚乙烯塑料袋，每桶净重 50kg。内销包装用聚乙烯塑料桶，每桶净重 30kg。或用内衬两层聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重 25kg。包装上应有明显的“腐蚀性物品”标志。

【生产单位】 安徽省萧县三氯化磷有限公司，重庆发始特化工有限公司，江阴市耀宇化工有限公司，南通鑫泰化工有限公司，浙江金帆达生化股份有限公司，宜兴市满球化工有限公司，淄博东宏化工有限公司，如东华云化工有限公司，常州新区龙昌化工有限公司，泰州市永昌化工有限公司，南通俊达化工有限公司，苏大明科技有限公司，如东振丰奕洋化工有限公司等。

Am007 次磷酸

【别名】 次亚磷酸；卑磷酸

【英文名】 hypophosphorous acid; phosphinic acid 50%; phosphinic acid; hypophosphorous acid solution; hypophosphorous acid 50%; HPA

【结构式】 H_3PO_2

【分子量】 65.997

【物化性质】 无色油状液体或潮解性结晶，有酸味。相对密度 1.439，熔点 26.5℃。加热至 130℃以上分解成磷酸和磷化氢，是一种还原剂。熔化热 9.70kJ/mol，强一元酸。商品为 50%的水溶液，相对密度 1.294。水溶液呈酸性，常温下在空气中可逐渐氧化。溶于水、乙醇和乙醚。

【质量标准】 参考企业标准 Q/HX 200512—01

等级项目	质量指标		
	优级品	优级品	优级品
次磷酸(主含量)/%	≥50	≥65	30～32
亚磷酸/%	≤0.3	≤0.5	≤0.3
铁离子/$\times 10^{-6}$	≤5	≤8	≤5
氯离子/$\times 10^{-6}$	≤100	—	≤100
硫酸根离子/$\times 10^{-6}$	≤100	—	≤100

【用途】 用于化学镀、医药化工、树脂涂料、油墨以及水处理等行业中作为还原剂；在树脂生产中作为抗氧减色剂，在塑料工业中用作阻燃增塑剂，在纺织工业中用作抗紫外线添加剂；是高品质次磷酸盐类产品，如次磷酸钙、次磷酸镁、次磷酸钾、次磷酸镍等的合成原料。

【制法】 离子交换树脂法：将约 70g 用水湿润的阳离子交换树脂装填到玻璃管中，用 5mol/L 盐酸约流通 15min，经充分水洗后，把纯度高的次磷酸钠水溶液（15g/60mL H_2O）从中流过，树脂柱先用 50mL，然后再用 25mL 蒸馏水冲洗。将流出的酸和洗液合并，在水浴上蒸发浓缩。把浓缩的酸放在高真空、有 P_2O_5 的干燥器中脱水，冷却结晶，过滤，重结晶，制得次磷酸成品。

【安全性】 危规编号：酸性腐蚀品，GB 8.1 类 81504。

贮存于阴凉、干燥、通风的库房内。与氧化剂、碱类及 H 发孔剂隔离贮运，远离热源和火种。搬运时轻装轻卸，防止容器破损。用玻璃瓶包装，每瓶净重 500g，再集中于内衬垫料的木箱中，包装上有明显的“腐蚀品”标志。

失火时，用干砂土、干粉、泡沫和二

氧化碳灭火器扑救。

产品本身不燃，但与H发孔剂接触会引起燃烧，遇氧化剂激烈反应而燃烧。受高热分解产生剧毒的磷化氢气体，甚至爆炸。有腐蚀性。次磷酸往往添加在清凉饮料中，因为不被吸收，所以危险性小，但特别浓的次磷酸会伤害胃肠。不慎溅入眼睛或皮肤接触要用大量水冲洗。生产操作人员要穿戴防护服等劳保用品。生产设备密闭，车间通风良好。

【生产单位】 湖北联兴化工有限责任公司，常熟新特化工有限公司，湖北天湖化工有限公司，湖北宏嘉化工有限公司。

Am008 焦磷酸

【英文名】 pyrophosphoric acid; diphosphoric acid

【结构式】 $H_4P_2O_7$

【分子量】 177.98

【物化性质】 有糖浆状溶液和固体透明结晶状，焦磷酸吸湿性强。固体焦磷酸是P_2O_5含量在79.8%±0.2%的连多磷酸混合物自然结晶化而形成的，可溶于乙醇、乙醚。加热到熔点以上时，则分解成为含有正磷酸、焦磷酸、三偏磷酸、多偏磷酸等的液体酸。结晶焦磷酸在冰水中不太分解，但在高温下分解，正磷酸的量增加。一般的固体结晶是Ⅰ型焦磷酸（熔点54.3℃）。Ⅰ型结晶在封闭管中于约50℃加热几小时，则变为Ⅱ型（熔点71.5℃），这种产品在室温下是稳定的。

【质量标准】 化工行业标准HG/T 3594—2010

项目	Ⅰ类	Ⅱ类	
		优等品	一等品
焦磷酸($H_4P_2O_7$)质量分数/% ≥	95.0	50.0	50.0
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.005	0.001	0.005
铅(Pb)质量分数/% ≤	0.002	0.0001	0.002
氯化物(以Cl^-计)质量分数/% ≤		0.0003	
砷(As)质量分数/% ≤		0.0015	
氟(F)质量分数/% ≤		0.0005	
密度(25℃)/(g/cm^3) ≥		2.04	2.04

【用途】 用作催化剂，金属精制，有机过氧化物的稳定剂。用于电镀铜工艺中调节电镀溶液的pH值，也用于其他电镀。

【制法】 焦磷酸的制造有将市售85%磷酸脱水浓缩法、将五氧化二磷溶解于85%磷酸的方法、磷酰氯和85%磷酸反应的方法。

(1) 85%磷酸浓缩法　将市售85%磷酸避开局部过热，在减压下加热到约180℃脱水（100g85%磷酸的失重为25～30g），制得焦磷酸。

(2) 将P_2O_5溶解于85%磷酸的方法　在激烈搅拌下，按计算量（100g85%磷酸添加95～100gP_2O_5）将P_2O_5一点一点地加到磷酸中，边加热边溶解直至透明。向生成的焦磷酸加水将P_2O_5含量调整到76%～79%。将焦磷酸自然放置（要继续防潮）则形成结晶，在冰冷却下需要两天到三天形成结晶，制得焦磷酸。

(3) 在液体焦磷酸中加晶种的方法　这是大量生产高纯度结晶焦磷酸（Ⅰ型或Ⅱ型）的方法，将市售含84%P_2O_5的连多磷酸（也叫作116%磷酸）用水稀释成液体焦磷酸（P_2O_5 79.76%），添加适量（以质量计10%～50%）的Ⅰ型或Ⅱ型焦磷酸晶种，在干燥氮气流中以防湿，在30～50℃搅拌下，经过60～180min的诱导期，就可以制得结晶焦磷酸，纯度>95%。

【安全性】 危规编号：酸性腐蚀物品，GB 8.1类。

用塑料桶包装，每桶净重5kg。包装

桶内盖盖严，外盖旋紧，包装上应有明显的“腐蚀性物品”标志。

贮存在阴凉、干燥、通风的库房内。在冬季寒冷地区要注意保温，防止结冰，防止容器破裂发生渗漏。不可与碱类、有毒物品及其他腐蚀性物品共贮混运。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒，搬运时要轻装轻卸，严禁猛烈撞击，防止包装容器破裂。

失火时，可用干砂土、干粉灭火器扑救。

毒性及防护参见工业磷酸。

【生产单位】 张家港市思普生化有限公司，上海士锋生物科技有限公司，襄樊市化通化工有限责任公司，上海光铧科技有限公司，浙江鸿浩科技有限公司。

Am009 五氧化二磷

【别名】 磷酸酐；氧化磷；无水磷酸

【英文名】 phosphorus pentoxide; phosphoric anhydride

【结构式】 P_2O_5

【分子量】 141.94

【物化性质】 白色单斜晶体或粉末。相对密度 2.39，熔点 580～585℃，300℃升华。溶于水生成磷酸并放出大量热，溶于硫酸，不溶于丙酮和氨。有很强的吸水性，在空气中易潮解。暴露在空气中的五氧化二磷与有机物接触会发生燃烧。与溴化氢反应形成溴氧化磷，与氯化氢和五氯化磷反应则生成三氯氧磷。对皮肤有腐蚀性。

【质量标准】 参考标准

项目		指标
P_2O_5/%	≥	99
澄清度实验		合格
水不溶物/%	≤	0.02
总氮量(N)/%	≤	0.01
重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.0005
铁含量(Fe)/%	≤	0.0005

【用途】 用作生产高纯度磷酸、磷酸盐类和磷酸酯的原料，也用于五氧化二磷溶胶和以 H 型为主的气溶胶的制造。可用作气体和液体的干燥剂、有机合成的脱水剂。合成纤维的抗静电剂及糖的精制剂。还用于制造光学玻璃、透紫外线玻璃、隔热玻璃、微晶玻璃和乳浊玻璃等，以提高玻璃的色散系数和透过紫外线的能力。还用于生产医药品、农药、表面活性剂。

【制法】 氧化法：将黄磷加热熔融后，送入氧化燃烧炉，用干燥空气（经浓硫酸脱水）进行氧化燃烧反应，生成的五氧化二磷因受热而升华，在炉顶遇冷而落入氧化燃烧炉底部的沉降室内，制得五氧化二磷成品。

由氧化燃烧炉逸出的尾气经旋风分离器以回收五氧化二磷粉尘。回收成品与沉降室中的产品一起作为成品包装。其反应式如下：

$$P_4+5O_2 \longrightarrow 2P_2O_5$$

【安全性】 属一级无机酸性腐蚀物品，危规编号：GB 8.1 类 81063。UN No. 1807；IMDG CODE 8208 页，8.1 类。应贮存在通风、干燥的库房中，容器必须密封。不可与有机物品、双氧水等共贮混运，应隔绝潮气与水。运输时注意防雨淋和日晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

用玻璃瓶装，每瓶净重 0.5kg，外套木箱，每箱 20 瓶；或用聚乙烯塑料桶装，每桶净重 40kg。包装上应有明显的“腐蚀性物品”标志。

失火时，可用砂土、二氧化碳灭火器扑救，但不可用水。

五氧化二磷的烟雾刺激黏膜，对皮肤有刺激和灼烧作用（组织脱水）。最高容许浓度为 $1mg/m^3$。

生产设备和管道要密闭，并保持通风良好。生产工人要穿戴劳保防护用品，并戴防毒口罩，有五氧化二磷蒸气和烟雾时要戴防毒面具。注意保护皮肤，切勿入口

和触目。如不慎触及皮肤，应立即用水冲洗干净。

【生产单位】 广西越洋化工实业集团，江苏澄星磷化工股份有限公司，重庆发始特化工有限公司，禄丰科莱恩化工有限公司，常州市（安县）川磷化工有限公司，常州市武进华洋化工有限公司，常州市政成化工厂有限公司，江苏常余化工有限公司，常州市戚墅堰精细化工有限公司，常州市升顺化工有限公司，池州龙华医药化工有限公司，江苏天源化工有限公司，云天化云南磷化集团等。

Am010 五氟化磷

【英文名】 phosphorus pentafluoride

【结构式】 PF_5

【分子量】 126.0

【物化性质】 无色有刺激性难闻恶臭的气体，在潮湿空气中剧烈发烟。密度5.527g/L（气体），熔点－93.8℃，沸点－84.6℃，临界温度144.5℃，临界压力3.39MPa，熔化热12.1kJ/mol，汽化热17.2kJ/mol。遇水则水解，遇碱分解。与胺、乙醚、硝酸盐、亚砜以及有机碱生成络合物。

【质量标准】 参考标准

指标名称	$\omega(P_2F_5)$/%	比体积/(m^3/kg)
指标	99.0	0.19

【用途】 用作聚合反应催化剂，用于电子工业。

【制法】 将三氟化磷加入反应器中，再通入氟气进行反应，生成五氟化磷气体，经冷却捕集器，制得五氟化磷成品。其反应式如下：

$$PF_3 + F_2 \longrightarrow PF_5$$

【安全性】 危规编号：有毒气体，GB 2.3类23022。剧毒GA58-93A1065。UN No. 2198。

用专用钢瓶装，包装上应有明显的“有毒品”标志。

贮存于阴凉、干燥、通风良好的库房内。远离热源和火种，防止受潮或雨淋；与含水物品和碱类隔离贮运。搬运时钢瓶必须戴好安全帽及防震橡皮圈，防止撞击，避免容器受损。搬运钢瓶时应轻装轻卸，切勿剧烈振荡，避免引起爆炸。

失火时，用干砂土、干粉灭火器扑救。消防人员应戴防毒面具和穿戴必要的劳保用品。

在潮湿空气中产生有毒和腐蚀性的氟化氢烟雾。对皮肤、眼睛、黏膜呈剧烈刺激作用，吸入可引起呼吸道炎症，肺水肿。应使吸入气体的患者脱离污染区，安置休息并保暖，严重者需就医诊治。不慎溅入眼睛要用大量水冲洗15min，并就医诊治。皮肤如污染用大量水冲洗，如灼伤需就医诊治。

【生产单位】 天津市赛美特特种气体有限公司，天津泰豪化工有限公司。

Am011 五硫化二磷

【别名】 五硫化磷；硫化磷；十硫化四磷

【英文名】 phosphorus pentasulfide；diphosphorus pentasulfide；phosphorus（V）sulfide

【结构式】 P_2S_5

【分子量】 222.278

【物化性质】 灰色至黄色结晶，有类似硫化氢臭味。熔点286～290℃，沸点514℃，相对密度2.03。溶于氢氧化钠溶液并生成硫代磷酸钠，微溶于二硫化碳，不溶于冷水，遇热水则分解生成磷酸和硫化氢。接触火焰或摩擦时容易起火。在空气中加热至300℃时燃烧生成五氧化二磷和二氧化硫。能将含氧的有机化合物转变为含硫化合物。易潮解，有毒！

【质量标准】 国家标准 GB/T 13258—2008

指标名称		指标		
		优级品	一级品	合格品
外观	粉状品	黄色	黄至黄绿色	黄绿至灰黄色
	片状品	黄色	黄至黄绿色	黄至棕绿色
磷(P)的质量分数(以P计)/%		27.6～28.2	27.3～28.3	25.7～28.6
硫(S)的质量分数(以S计)/%		71.7～72.3	71.0～72.5	70.0～73.0
终熔点/℃ ≥		276	274	273
熔距/℃ ≤		2	3	3
升华残余物的质量分数/% ≤		0.25	0.40	0.60
铁(Fe)的质量分数(以Fe计)/% ≤		0.004	0.01	—
醇试验	二乙基二硫代磷酸得率/% ≥	85	85	85
	二异丁基二硫代磷酸得率/% ≥	95	92	90
粒度或片厚	粉状品(850μm标准筛筛余物)/% ≤	2	2	2
	片状品片厚/mm ≤	0.5	0.5	0.5

【用途】 有机合成中用于制造各种含硫或含磷的化合物，用于杀虫剂，制造高效有机磷农药，如乐果、乙基1065及其乳化剂。也用作矿石选矿剂和高级润滑油的添加剂，用于制造维生素药品和橡胶硫化辅助剂。

【制法】 直接合成法：将黄磷和硫黄分别熔融后，经计量，按硫∶磷＝（2.57～2.6）∶1的质量比值连续加入保持一定温度的反应管内，大部分物料在此反应，连同未反应物料连续加入反应器内，使反应器内温度维持在300～400℃。反应完全后，放入中间槽继续搅拌使其冷却至300℃，然后放入滚筒制片机制片，制得五硫化二磷成品。其反应式如下：

$$P_4+10S \longrightarrow 2P_2S_5$$

【安全性】 五硫化二磷粉尘刺激眼睛和呼吸道。本品有毒、易燃、易爆、易因震动和撞击而起火。当燃烧着的产品遭水淋时，发生爆炸，并放出硫化氢气体。本品粉尘着火的浓度低限为57.3g/m^3。生产场所操作区内，其空气中有毒物质的最高允许浓度是：磷化氢为0.3mg/m^3；磷为0.03mg/m^3；硫化氢为10mg/m^3。

本品有毒。不慎误触皮肤时，立刻用大量肥皂水洗净；溅入眼睛时，立即用大量清水冲洗，严重时速送医院治疗。生产工人操作时要穿工作服，戴防毒口罩和乳胶手套等劳保用品。生产设备要密闭，车间通风良好，下班后应洗淋浴。

用内衬塑料袋双层扎口或热合封口宽口钢桶包装，每桶净重50kg、100kg、200kg。包装上应有明显的“易燃物品”和“怕湿”标志。

属一级易燃固体。危规编号：GB 4.3类43041。UN No.1340（不含黄磷）；IMDG CODE 43553页4.1类。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，库温不宜超过30℃。贮存场地应防火、防潮，不得与氧化剂、易燃易爆物品共贮混运。运输过程中应防雨淋和烈日曝晒，不得撞击和倒置。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

失火时，可用干砂、干粉灭火器或二氧化碳灭火器扑救，消毒人员要戴防毒面具。

【生产单位】 湖北兴发化工集团，辽阳瑞兴化工有限公司，湖北宜昌亚泰化工有限公司，江苏宝灵化工股份有限公司，云南省滇东磷化工公司，北京恒业中远化工有限公司，华凌龙科技发展有限公司。

Am012 五氯化磷

【别名】 氯化磷

【英文名】 phosphorus pentachloride

【结构式】 PCl_5

【分子量】 208.24

【物化性质】 白色或淡黄色正方晶系晶体，162℃升华，并有部分分解。气态密度4.65g/L（296℃），在300℃时全部分解成氯气和三氯化磷。溶于二硫化碳、四氯化碳，在水中分解，在潮湿空气中水解而成磷酸和氯化氢，发生白烟和特殊的刺激性臭味，强烈刺激眼睛。

【质量标准】 化工行业标准《工业用五氯化磷》HG/T 4108—2009

指标名称	优等品	一等品	合格品
五氯化磷含量/% ≥	99.5	99.0	98.0
三氯化磷含量/% ≤	0.05	0.2	0.5
灼烧残渣含量/% ≤	0.005	0.08	0.10

【用途】 在有机合成中用作氯化剂、催化剂，是生产医药、染料、化学纤维的原料，也是生产氯化磷腈、磷酰氯的原料。

【制法】 氯化法：将液氯汽化，通入氯气干燥塔脱水而成干燥的氯气，把干燥的氯气通入反应器中与三氯化磷液体进行氯化反应，氯气需一直通至由溶液经糊状再转变成完全干燥的结晶产品为止，即得五氯化磷成品。其反应式如下：

$$PCl_3 + Cl_2 \longrightarrow PCl_5$$

可通入二氧化碳气体将残余氯气排出，再加以回收。

【安全性】 属一级无机酸性腐蚀物品，危规编号：GB 8.1类81042。UN No.1806；IMDG CODE 8208页，8.1类。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，包装应密封、防潮。不可与易燃品、有机物品、氧化剂、碱性物品、潮解性物品共贮混运。运输时要防雨淋和日晒。不可久存，以免变质。装卸时要小心轻放，防止包装破损。

用干燥的玻璃瓶包装，每瓶净重25kg，外套铁桶或半透笼木箱。包装上应有明显的“有毒品”和“腐蚀性物品”标志。

失火时，可用干黄砂、干粉灭火器或二氧化碳灭火器扑救，但不可用水。

毒性及防护参见三氯化磷。

【生产单位】 常州新区吉利化工有限公司，石家庄市中昊化工有限公司，徐州市建平化工有限公司，徐州市博通化工技术有限公司，淄博东宏化工有限公司，江西吉翔医药化工有限公司，徐州铜山县宏达精细化工厂。

Am013 三氯化磷

【英文名】 phosphorus trichloride

【结构式】 PCl_3

【分子量】 137.33

【物化性质】 无色澄清的发烟液体。相对密度1.574（21℃），熔点−112℃，沸点75.5℃，折射率1.520（15.4℃），蒸气压1.33×10^4Pa（21℃）。溶于乙醚、苯、氯仿、二硫化碳和四氯化碳，露于潮湿空气中能水解成亚磷酸和氯化氢，发生白烟而变质。遇乙醇和水起分解反应，与氧作用生成三氯氧磷，与氯作用生成五氯化磷，与有机物接触会着火。易燃，易刺激黏膜，有腐蚀性，有毒！

【质量标准】 化工行业标准HG/T 2970—2009

项目	指标		
	优等品	一等品	合格品
三氯化磷含量/% ≥	99.0	98.5	98.0
游离磷含量/% ≤	0.0005	0.0020	0.0080
沸程(74.5～77.5℃)(体积分数)/% ≥	97.0	96.0	95.0
正磷酸含量(以PO_4^{3-}计)/% ≤	0.2	—	—

【用途】 主要用作制造敌百虫、敌敌畏、甲胺磷、乙酰甲胺磷、稻瘟净等有机磷农药的原料，也是制造三氯硫磷、三氯氧磷、亚磷酸、磷酸三苯酯和磷酸三酚酯的

原料。医药工业用于生产磺胺嘧啶(SD)、磺胺五甲氧嘧啶（SMD）等药物的中间体。染料工业作缩合剂，用于生产色酚类染料。还用作生产香料的氯化剂和催化剂。

【制法】 氯化法：将黄磷加入盛有水的夹层熔磷锅中，通入蒸汽加热使黄磷熔融成液体，经保温的导管送入反应器中，然后通入干燥氯气反应，生成三氯化磷，把产生的三氯化磷蒸气经泡罩塔分馏冷凝后，一部分回流入反应器以调节氯化反应；另一部分即为三氯化磷成品。其反应式如下：

$$P_4+6Cl_2 \longrightarrow 4PCl_3$$

【安全性】 属一级无机酸性腐蚀物品，危规编号：GB 8.1 类 81041。UN No. 1809，IMDG CODE 8209 页，8.1 类。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，不准堆放。不可与易燃品、潮解性物品共贮混运。运输时要防雨淋和日晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

可用清洁干燥的玻璃瓶、铁桶、槽车包装。瓶装产品瓶塞密封性能应良好，外加胶套封口，玻璃瓶应装入牢固的木箱中，瓶外用草套及草垫填实。产品长途运输时瓶外用草垫衬底，四周用陶土或其他填料填实，木箱外用铁丝打箍。瓶装每瓶净重 25kg，铁桶装每桶净重 250kg。槽车包装必须密封良好。当地使用也可用槽车散装输送。包装上应有明显的“有毒品”和“腐蚀性物品”标志。失火时，可用砂土、干粉灭火器或二氧化碳灭火器扑救，但不可用水。

三氯化磷气体有毒，有刺激性和强腐蚀性。遇水发生激烈反应，可引起爆炸。吸入三氯化磷气体后能使结膜发炎、喉痛及眼睛组织破坏，对肺和黏膜都有刺激作用。本品腐蚀性强，与皮肤接触容易灼伤。

轻度中毒时可给患者吸苏打蒸气、喝加牛奶的矿泉水、服祛痰剂及诱导剂，用2%的硼酸溶液冲洗眼睛。中毒较重时应速送医院治疗。最高容许浓度为 0.2mg/m^3。

设备应完全密闭，操作和搬运人员应穿工作服，佩戴口罩、橡皮手套、橡皮围裙，穿长筒胶鞋；操作应在上风头进行。如不慎误触皮肤应立即用大量温水和肥皂洗涤干净。

【生产单位】 江苏常余化工有限公司，淄博东宏化工有限公司，重庆川东化工（集团）有限公司，徐州市建平化工有限公司，徐州市博通化工技术有限公司，富彤化学有限公司，泰兴市申龙化工有限公司，泰兴市兴安精细化工有限公司，江苏苏化集团张家港有限公司，湖北沙隆达股份有限公司，盐城市大明化工有限公司，宿州汉泰化工有限公司，安徽省萧县三氯化磷有限公司，徐州铜山县宏达精细化工厂。

Am014 三氯氧磷

【别名】 磷酰氯；氧氯化磷

【英文名】 phosphorus oxychloride

【结构式】 $POCl_3$

【分子量】 153.33

【物化性质】 无色有刺激性臭味的发烟液体。相对密度 1.675，熔点 2℃，沸点 105.3℃。溶于氯气或五氯化磷时呈红黄色，露于潮湿空气中即水解生成磷酸和氯化氢，发生白烟。遇水和醇发生分解并放出大量热和盐酸气体，对眼睛有刺激。有腐蚀性。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 3606—2009

项目	指标		
	优等品	一等品	合格品
三氯氧磷含量/% ≥	99.5	99.0	98.0
三氯化磷含量/% ≤	0.2	0.5	0.7
沸程(105～109℃)/% ≥	97.5	96.5	95.5

【用途】 是制造有机磷农药杀虫脒的原

料。用于生产磷酸二苯一异辛酯、磷酸三乙酯等磷酸酯及生产塑料增塑剂，用于长效磺胺药品的氯化反应。生产染料中间体、有机合成的氯化剂和催化剂，铀矿提取剂。

【制法】 氯化水解法：将三氯化磷加入反应器中，通入氯气，同时滴加水，控制氯水比在3.94左右，通氯气和滴水速度分别为25～35kg/h和6.25～8.8kg/h。用夹套蒸汽加热至105～109℃使反应器内反应物汽化，经冷凝器冷凝后，再回流入反应器中。二次通入氯气，继续氯化残存的三氯化磷。回流至反应物色泽洁白、三氯化磷残存量在0.2%以下时，可由冷凝器导出作为三氯氧磷成品。其反应式如下：

$$PCl_3+Cl_2+H_2O \longrightarrow POCl_3+2HCl\uparrow$$

反应生成的氯化氢气体经水吸收生成稀盐酸。

【安全性】 属一级无机酸性腐蚀物品，危规编号：GB 8.1类81040。UN No.1810，IMDG CODE 8207页，8.1类。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，容器必须密封，远离热源和火种。不可与易燃品、潮解性物品共贮混运。运输时要防雨淋和日晒，如在棚车内装运要有防雨雪措施，并应按交通部、铁道部危险货物运输规则第九类“腐蚀性物品”规定装运。装卸时要轻拿轻放，防止撞击和包装破损。用干燥玻璃瓶包装，每瓶净重25kg，外套木框架，瓶与框架之间填充草帘；或用聚乙烯塑料桶包装，每桶净重25kg或50kg，应有明显的“有毒品”和“腐蚀性物品”标志。

失火时，可用干黄砂、干粉灭火器或二氧化碳灭火器扑救，但不可用水。

三氯氧磷挥发出来的气体有毒、有刺激性和腐蚀性，能刺激黏膜、使眼疼痛，干咳，出现严重的呼吸困难，以后发生支气管炎，心脏机能不全，严重的贫血，肝肿大，尿中出现蛋白，肺界扩大。溅入眼结膜囊内1滴，即会发生坏死和视力完全丧失。最高容许浓度为$0.05mg/m^3$。

操作人员应穿戴劳保防护用品。生产三氯氧磷的设备要密闭，工作期间可戴过滤式防毒面具。仔细保护皮肤和眼睛。

【生产单位】 江苏常余化工有限公司，淄博东宏化工有限公司，重庆川东化工（集团）有限公司，辛集宏正化工有限公司，富彤化学有限公司，徐州市建平化工有限公司，泰兴市申龙化工有限公司，泰兴市兴安精细化工有限公司，江苏苏化集团张家港有限公司，盐城市大明化工有限公司，宿州汉泰化工有限公司，徐州铜山县宏达精细化工厂。

Am015 三氯硫磷

【别名】 硫代磷酰氯

【英文名】 phosphorus sulfochloride; thiophosphoryl chloride

【结构式】 $PSCl_3$

【分子量】 169.39

【物化性质】 无色透明发烟的液体。相对密度1.668，熔点－35℃，沸点125℃。溶于苯、二硫化碳和四氯化碳。遇冷水缓慢水解，遇热水时则迅速反应，分解成氯化氢、硫化氢和磷酸。易挥发，在空气中发烟，有刺激性臭味和强烈的催泪作用，对眼睛和其他黏膜危害很大。

【质量标准】 参考标准

指标名称	外观	ω($PSCl_3$)/%	ω(水洗减量)/%	游离硫黄
指标	无色透明液体	≥98	2	测定水洗减量的试样中不应析出硫黄

【用途】 主要用作生产有机磷农药，如甲基对硫磷、二甲基硫代磷酰氯、二乙基硫代磷酰氯和甲胺磷、倍硫磷、禾螟松等高效低毒有机磷农药的原料，也用作有机合

成磷化合物的原料。

【制法】 合成法：在反应器中先加入适量的催化剂，然后将加热到140℃的熔融硫黄加入反应器中，将反应器加热至液相温度为140～160℃、气相温度为125～130℃时，按投料比（质量比）S∶PCl_3＝1∶4.3向反应器加入适量的三氯化磷，进行反应生成三氯硫磷，由反应器连续蒸出，经回流冷凝、分离，制得三氯硫磷。其反应式如下：

$$PCl_3 + S \longrightarrow PSCl_3$$

【安全性】 属一级无机酸性腐蚀物品，应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中。不可与易燃品、氧化剂、潮解性物品、强碱共贮混运。运输时要防雨淋，因本品遇水即分解，其气体有毒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。

用干燥玻璃瓶包装，每瓶净重25kg，外套铁桶或半透笼木箱。包装上应有明显的“有毒品”和“腐蚀性物品”标志。

失火时，可用干黄砂、干粉灭火器或二氧化碳灭火器扑救，但不可用水。

三氯硫磷挥发出来的气体有毒，有刺激性和腐蚀性，对肺、黏膜和眼睛都有刺激。应防止泄漏，造成中毒事故。本品腐蚀性较强，如不慎触及皮肤容易灼伤，应立即用大量温水冲洗干净。

生产搬运人员应穿工作服，佩戴口罩、橡皮手套、橡皮围裙，穿长筒胶鞋；操作应在上风向进行。

【生产单位】 滕州市国宁化工有限公司，连云港市东金化工有限公司，徐州市建平化工有限公司。

Am016 三溴化磷

【别名】 溴化磷

【英文名】 phosphorus tribromide; phosphorus bromide

【结构式】 PBr_3

【分子量】 270.686

【物化性质】 无色发烟液体，具有强烈刺鼻臭味。相对密度2.852（15℃），熔点−41.5℃，沸点173.2℃，折射率1.6903（20℃），蒸气压1.333Pa（47.8℃），汽化热38.8kJ/mol。干燥时稳定，有水分时可分解成亚磷酸和氢溴酸。遇水和醇迅速分解，溶于丙酮、二硫化碳、三氯甲烷、四氯化碳。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
外观	无色或淡黄色透明液体
沸点	173.2℃
相对密度	2.88(d 4)
$\omega(PBr_3)$/%	≥99%

【用途】 有机合成用作溴化剂、还原剂，用于分析砂糖和氧气。

【制法】 将赤磷和液体溴作为原料，用三溴化磷作溶剂，进行反应，制得三溴化磷。反应式如下：

$$2P + 3Br_2 \longrightarrow 2PBr_3$$

【安全性】 危规编号：酸性腐蚀品，GB 8.1类81056。UN No.1808；IMDG CODE 8209页，8.1类。

用玻璃瓶装，每瓶净重500g、25kg，再集中于木箱内衬垫料。瓶贴和箱外均应有明显的“有毒品”和“腐蚀品”标志。

贮存于阴凉、干燥、通风的库房内，避免雨淋受潮。与易燃物、碱类物品隔离贮运。搬运时轻装轻卸，防止容器受损。

失火时，消防人员必须穿戴耐酸防护服。用水泥、干砂、干粉灭火，禁止用水施救。

有毒，误服或吸入粉尘和液体会严重中毒。遇水猛烈反应生成溴化氢和亚磷酸，放出刺激性蒸气并引起腐蚀性灼伤。蒸气与液体能严重刺激眼睛、黏膜、皮肤和呼吸系统，造成灼伤，经常吸入低浓度蒸气能损害呼吸道。

其他参见三氯化磷。

【生产单位】 宜兴市骋源化工有限公司，

太仓市鑫鹄化工有限公司，江苏盐城市龙升化工有限公司，盐城锦标化学工业有限公司，国药集团化学试剂北京有限公司，淮安市鑫鑫化工有限公司，潍坊海化远大精细化工有限公司，江苏大成医药科技股份有限公司，安徽省金奥化工有限公司，安徽省沃土化工有限公司。

Am017 三溴氧磷

【别名】 氧溴化磷；磷酰溴

【英文名】 phosphorus oxybromide; phosphoryl bromide

【结构式】 $POBr_3$

【分子量】 286.685

【物化性质】 无色或淡橙色结晶，带有刺激性臭味。相对密度 2.822，熔点 56℃，沸点 191.7℃，汽化热 38kJ/mol。溶于乙醚、苯、氯仿、二硫化碳、浓硫酸，在水中缓慢水解成磷酸和 HBr。

【质量标准】 参考标准

指标名称	ω($POBr_3$)/%
指标	≥98

【用途】 在化学加工过程中用作中间体，用作溴系阻燃剂的制造原料。

【制法】

(1) 三氯氧磷法　以三氯氧磷为原料，三氯化铝为催化剂，加热，在 80℃左右温度下，通入溴化氢气体进行反应，制得三溴氧磷。其反应式如下：

$$POCl_3 + 3HBr \longrightarrow POBr_3 + 3HCl\uparrow$$

反应生成的氯化氢气体经水吸收生成稀盐酸。

(2) 五溴化磷法　在装有磨口回流冷凝器的圆底烧瓶中，加入五溴化磷和五氧化二磷的混合物（250g PBr_5/约 30g P_2O_5），徐徐加热至 150℃，五氧化二磷按化学计量较五溴化磷稍过量，这时，一边注意将溴逐出，一边在 5h 之内使反应结束。接着在熔融物中加入 10g 溴及相当量五氧化二磷，在 150℃回流数小时。这是因为中间产物三溴化磷向五溴化磷氧化及向三溴氧磷的转变需要时间。生成物在减压下进行真空蒸馏。除去初馏分溴及所含的三溴化磷后，进行捕集。接收器用冰盐水冷却，制得三溴氧磷。其反应式如下：

$$3PBr_5 + P_2O_5 \longrightarrow 5POBr_3$$

【安全性】 危规编号：酸性腐蚀品，GB 8.1 类 81055。UN No. 1939、2576（熔融的）；IMDG CODE 8206 页，8.1 类。

用玻璃瓶或聚乙烯塑料瓶装，每瓶净重 500g，再集中于木箱内衬垫料，或金属桶内衬塑料袋，每桶净重 25kg。包装上应有明显的“有毒品”和“腐蚀性物品”标志。贮存于阴凉、干燥、通风良好的库房内。与可燃物特别是纤维性有机物隔离贮运。远离电器设备，避免造成腐蚀，严防受潮。搬运时轻装轻卸，防止容器受损。

失火时，可用干砂土、干粉灭火。附近可燃物失火可用水扑灭，但须防止水流直接射至三溴氧磷。

有与三氯氧磷相似的毒性。与水发生反应，散发出白色烟雾状的刺激性和腐蚀性的溴化氢气体，对眼睛、黏膜和皮肤有强刺激性。应使吸入蒸气或烟雾的患者脱离污染区，安置休息并保暖。眼睛受刺激用水冲洗，严重者就医诊治。皮肤接触先用水冲洗，再用肥皂彻底洗涤，如有灼伤就医诊治。误服立即漱口，速送医院救治。

【生产单位】 新乡三合化工有限公司，安徽省金奥化工有限公司，安徽省沃土化工有限公司，山东滨州沾化鸿丰化工有限公司，成都双川化工有限公司，郑州阿尔法化工有限公司，南京协尊化工有限公司。

Am018 五溴化磷

【英文名】 phosphorous pentabromide

【结构式】 PBr_5

【分子量】 430.494

【物化性质】 黄色结晶，熔点 106℃（分解）。化学性质与五氯化磷类似，遇水或醇剧烈分解，溶于苯、二硫化碳及四氯化碳。

【质量标准】 参考标准

指标名称	$\omega(PBr_5)$/%
指标	≥98.0

【用途】 有机合成，溴化剂。

【制法】 将三溴化磷和稍过量的溴在二硫化碳中反应，生成结晶性物质，从溶剂中分离。以硝基苯为溶剂进行重结晶，经过滤，制得五溴化磷成品。其反应式如下：

$$PBr_3+Br_2 \longrightarrow PBr_5$$

【安全性】 危规编号：酸性腐蚀品，GB 8.1 类 81057。UN No. 2691；IMDG CODE 8207 页，8.1 类。

用玻璃瓶包装，每瓶净重 0.5kg，再集中于木箱内衬垫料。大玻璃瓶净重 25kg。包装上应有明显的“有毒品”和“腐蚀品”标志。

贮存在阴凉、干燥、通风的库房内，包装应密封、防潮。不可与易燃物、有机物品、氧化剂、碱性物品、潮解性物品共贮混运。运输时要防雨淋和日晒。搬运要轻装轻卸，以防容器破损。

失火时，用干砂土、干粉灭火器或二氧化碳灭火器扑救，但不可用水。

毒性及防护参见三氯化磷。

【生产单位】 北京恒业中远化工有限公司，山东宏达化工有限公司。

Am019 焦磷酰氯

【别名】 四氯三氧化二磷

【英文名】 pyrophosphoryl chloride; pyrophosphoric tetrachloride; diphosphoryl chloride

【结构式】 $P_2O_3Cl_4$

【分子量】 251.76

【物化性质】 无色液体。相对密度 1.82 (15℃)，熔点 −16.5℃，沸点 47℃ (10^{-3} mmHg)、90～92℃ (10～12mmHg)。放在空气中就发烟（经过一些时间以后），与水会发生激烈反应。在冷却（−30℃）的情况下，仔细使其与水反应就可生成二氯磷酸 (HPO_2Cl_2)。可溶于三氯化磷、三氯氧磷、亚硫酰氯、苯及其他烃类、乙醚、硝基苯。

【质量标准】 参考标准

指标名称	ω(焦磷酰氯，$P_2O_3Cl_4$)/%
指标	≥99

【用途】 用于制药，用作激光材料及电子元件。

【制法】 将三氯氧磷和五氧化二磷的混合物（摩尔比为 8∶1）放入反应管，在 200℃加热 48h，将反应生成物移到浸入热水浴中的烧瓶中，用减压法 (12mmHg) 蒸馏除去未反应的三氯氧磷，再在砂浴上于 250℃、12mmHg 下蒸馏。将生成物在沸腾的水浴上进行减压反复蒸馏，制得纯的焦磷酰氯。其反应式如下：

$$4POCl_3+P_2O_5 \longrightarrow 3P_2O_3Cl_4$$

【安全性】 危规编号：有毒腐蚀物品，GB 8.1 类。

用干燥玻璃瓶包装，每瓶重 1kg 或 25kg。1kg 瓶装再集中于木箱内衬垫料；25kg 瓶装外套木框架，瓶与框架之间填充草帘。包装上应有明显的“有毒品”和“腐蚀性物品”标志。

贮存在阴凉、干燥、通风良好的库房内，容器必须密封，远离热源和火种。不可与易燃品、潮解性物品共贮混运。运输过程中要防雨淋和日晒。搬运时要轻装轻卸，防止容器破损。

失火时，可用干砂土、干粉灭火器或二氧化碳灭火器扑救，但不可用水。

毒性及防护参见三氯氧磷。

【生产单位】 上海欧乐化工有限公司，上海富蔗化工有限公司，上海紫一试剂厂，廊坊豪科科技发展有限公司，河南省新谊医药集团精细化工有限公司。

Am020 磷化钙

【英文名】 calcium phosphite

【结构式】 Ca_3P_2

【分子量】 182.182

【物化性质】 红棕色结晶性粉末或灰色颗粒，遇潮湿空气分解。相对密度 2.51（15℃），熔点约 1600℃，遇水分解生成可燃的磷化氢，不溶于醇和乙醚及苯。在 300℃时和氧能迅速反应，在氢气流中 1250℃仍稳定。

【质量标准】 参考标准

指标名称		ω(磷化钙,Ca_3P_2)/%
指标	一级品	≥90.0
	二级品	≥80.0

【用途】 用于磷化氢、信号、焰火的制造。也用于净化铜和铜合金及灭鼠剂。

【制法】

(1) 将金属钙和磷在封闭管中进行反应　用氢或氩气把磷蒸气往钙上输送，反应温度最初保持在 300℃左右，再缓缓升温到 750℃，并长时间保持此温度就能制成磷化钙。

(2) 用金属铝还原磷酸三钙　将 232g 干燥磷酸三钙和 108g 铝粉混合均匀，在氩气流中放入预热到 500℃的坩埚中，点火后即进行反应，制得磷化钙。其反应式如下：

$$3Ca_3(PO_4)_2+16Al \longrightarrow 3Ca_3P_2+8Al_2O_3$$

【安全性】 危规编号：遇湿易燃物品，GB 4.3 类 43034。UN No.1360；IMDG CODE 4363 页，4.3 类。副危险 4.2 类和 6.1 类。

用玻璃瓶装，每瓶净重 0.5kg、1kg，再集中于木箱内衬垫料。包装上应有明显的“防湿”和“易燃物品”标志。贮存于干燥、通风良好的库房内，容器必须密封，防止吸潮，不得与酸类物品共贮混运。避免产生火花，造成着火和爆炸。搬运时轻装轻卸，防止容器受损。

失火时，用干粉、水泥和干砂土灭火，禁止用水和酸碱灭火剂。但量极少时可用大量水扑救。消防人员必须穿戴全身防护用品。

与水或潮湿空气接触会分解释放出自燃和剧毒的磷化氢气体，吸入可致中毒。误服或大量吸入磷化氢气体时，出现恶心、呕吐、腹泻等，甚至窒息和严重的呼吸、循环障碍。应使误服、吸入蒸气或烟雾的患者急速脱离污染区，安置休息并保暖，严重者送医院诊治。皮肤接触或眼睛受刺激用大量水冲洗。严重中毒或灼伤者送医院就医。

【生产单位】 北京恒业中远化工有限公司，上海紫一试剂厂，上海晶纯生化科技股份有限公司。

Am021 磷化铝

【英文名】 aluminium phosphide

【结构式】 AlP

【分子量】 57.95

【物化性质】 浅黄色或灰绿色正方结晶粉末，无气味。相对密度 2.42，熔点 2000℃（同时分解），微溶于冷水，溶于乙醇和乙醚。不熔融，加热到 1100℃时才升华。有吸湿性，在空气中易潮解，并放出有高度杀虫作用带有大蒜臭味的磷化氢气体。遇酸反应剧烈，易发生爆炸和着火，着火的下限浓度为 0.02615～0.02706kg/m^3。剧毒。

【质量标准】 国家标准 GB 5452—2001

项目	指标		
磷化铝的质量分数/% ≥	56.0		
每片质量/g	3.2±0.1	2.5±0.1	0.60±0.03
立面强度/MPa ≥	0.7		0.5
粉末和碎片/% ≤	1.5		

注：不超过片剂质量 1/4 者，视为碎片。

【用途】 为熏蒸杀虫剂，既能熏蒸原粮、成品粮，又能熏蒸种子粮和各种仓贮器材。

也用于其他密闭场所杀虫、鼠洞灭鼠和树干灭天牛等。粮食熏蒸时用量为 10～30g/t 粮；仓库熏蒸时一般用量为 1～4 片/m^3。

【制法】 合成法：将赤磷和铝粉按配料比均匀混合后点火燃烧，反应生成磷化铝，反应物经粉碎后加入缓释剂氨基甲酸铵和黏结剂，混合后压片，制得磷化铝成品。其反应式如下：

$$P_4 + 4Al \longrightarrow 4AlP$$

【安全性】 遇湿易燃物品。危规编号：GB 4.3 类 43036。UN No.1397；IMDG CODE 4329 页，4.3 类。副危险 6.1 类。

本品易潮解，包装必须严密，不透气。可用铝瓶、马口铁桶或小塑料管包装，净重 0.5kg、1kg；铝瓶外用纸箱或钙塑箱包装，每箱净重 20kg。10g 装小塑料管装入纸盒后，再用纸箱或钙塑箱包装。包装上应有明显的“剧毒品”标志，属无机剧毒产品。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中。不可与食物、种子、饲料混放，更不可与酸类接触。本产品易燃易爆，应远离热源和火种，贮运时严防潮湿和日晒。装卸时小心轻放，防止包装破损。

失火时，应用干砂土或干粉灭火器扑救，严禁用水和泡沫灭火器灭火。

中毒后会立即出现胸骨后疼痛、上腹部痛、全身发热烧灼、意识丧失、血压下降。应严防吸入体内，避免与皮肤接触。

整个生产过程要完全密闭，通风良好，生产工人要穿戴劳保防护用品。有磷化氢气体泄漏时，必须立即佩戴防毒面具进行处理。

【生产单位】 济宁市益民化工厂，济宁圣城化工实验有限责任公司，龙口市化工厂，江苏双菱化工集团有限公司，安徽生力农化有限公司，沈阳丰收农药有限公司，济宁市海洋农化厂山东圣鹏科技股份有限公司，山东弘发化工有限公司，连云港市东金化工有限公司。

Am022 磷化锌

【英文名】 zinc phosphide

【结构式】 Zn_3P_2

【分子量】 258.23

【物化性质】 灰色粉末，正方结晶。纯品含磷 24%、锌 76%。工业品通常含磷 14%～18%、锌 70%～80%和 6%以下不溶物。相对密度 4.55（13℃），熔点 >420℃。不溶于水和醇类，溶于酸类、苯、二硫化碳。在 1100℃ 氢气中升华。在常温空气中发出磷臭味，但不着火。遇水和潮湿空气会缓慢分解，遇酸剧烈反应放出剧毒磷化氢气体，易着火。磷化锌与浓硝酸接触即被氧化并发生爆炸，有毒！

【质量标准】 化工行业标准 HG 2855—1997（2009）

项目		一等品	合格品
磷化锌含量/%	≥	90.0	80.0
细度(通过 150μm 筛)/%	≥	99.5	

【用途】 磷化锌可以毒杀各种鼠类，是一种优良的杀鼠剂，也可用作粮食仓库熏蒸剂。

【制法】 合成法 将赤磷和锌粉混合后，经高温烧成反应，然后冷却、粉碎，制得磷化锌成品。其反应式如下：

$$P_4 + 6Zn \longrightarrow 2Zn_3P_2$$

【安全性】 属无机剧毒产品，危规编号：GB 4.3 类 43038。UN No.1714；IMDG CODE 4372 页，4.3 类。副危险 6.1 类。应贮存在阴凉、通风良好、干燥的库房中，不得与食物、种子、饲料共贮混放，更不可与酸类接触。运输时应严防雨淋和日晒，注意防潮。装卸时应轻拿轻放，避免包装破损。

大包装用两层聚乙烯塑料袋，每袋净重 1kg，内衬塑料袋，铁桶或木箱为外包装，每桶装 20 袋或 25 袋。小包装用纸袋或塑料袋，每袋净重 1g。包装上应有明显的“剧毒品”标志。

失火时，可用干砂土和干粉灭火器扑

救，严禁用水。

中毒后表现为口渴、恶心、胃疼、呕吐、腹泻、有胸部压迫感、呼吸困难、后颈部疼痛、恐惧、瞳孔散大、痉挛、晕厥状态、昏迷，有时出现黄疸及无尿。

本品以磷化氢的毒性表现，美国规定磷化氢气溶胶（烟雾）最高容许浓度为 $1mg/m^3$。

硫酸铜有解毒作用，中毒时给服食品级硫酸铜溶液（300mL 水中含硫酸铜 0.5g），每隔 5～10min 给服一汤匙，至引起呕吐为止。呕吐后给服轻泻盐（内服硫酸钠 25g）。禁忌吃蛋白清、牛奶、脂肪和油类。

生产工人要穿戴劳保防护用品，避免与皮肤接触，防止从口鼻吸入体内。

【生产单位】 山东省龙口市化工厂，山东济宁高新技术开发区永丰化工厂，山东济宁化工实验厂，盐城市学富化工厂。

Am023 磷化镓

【英文名】 gallium phosphide

【结构式】 GaP

【分子量】 100.69

【物化性质】 橙色透明的晶体。熔点 1477℃，相对密度 4.13，其离解压为（3.5±1）MPa。难溶于稀盐酸、浓盐酸、硝酸，是半导体。

【质量标准】 国家标准《磷化镓单晶》GB/T 20229—2006

项目	指标		
晶片类型	掺杂 n 型		非掺 n 型
掺杂剂	S	Te	
载流子浓度/cm^{-3}	2×10^{17}～8×10^{17}		0.5×10^{17}～2×10^{17}
迁移率/[cm^2/(V·s)]	≥100		≥110
电阻率/(Ω·cm)	10^1～10^2	10^1～10^4	—
晶片直径/mm	50.8		
直径偏差/mm	±0.5		
厚度/μm	285		
厚度偏差/μm	±15		

注：晶片几何参数的其他要求由供需双方商定。

【用途】 用于太阳能电池转换率高的 InGaAsP/InP 等半导体中。

发光二极管大量用于控制灯、显示仪表或面发光元件等，发光二极管所用磷化物半导体有 GaP、GaAsP 等。红色发光二极管使用 GaP 或 GaAsP 等，黄、橙色发光二极管以 GaAsP 为主体。

【制法】 目前主要用高压单晶炉液体密封技术和外延方法制备磷化镓晶体。

（1）液体密封直拉法　采用高压单晶炉，将多晶磷化镓加入单晶炉的合金石英坩埚中，再经抽真空、熔化，在充以 5.5MPa 氩气压下，用三氧化二硼液封拉晶。因磷化镓分解压力很大，在典型生长条件下，有一定量的磷溢出并与三氧化二硼作用，使三氧化二硼透明性变差，并有部分冷凝在观察孔上妨碍观察，为此可用 X 射线扫描及称量法等来控制晶体直径，制得磷化镓单晶成品。

（2）合成溶质扩散法（SSD 法）　将镓放入石英坩埚中，镓源温度在 1100～1150℃之间，坩埚底部放磷化镓籽晶处温度为 1000～1050℃，磷源温度为 420℃，这时产生约 0.1MPa 磷蒸气压，在 1150℃磷化镓的离解压为 0.67Pa，所以在 0.1MPa 磷蒸气压下，磷化镓可以稳定生长。开始时，磷蒸气与处在高温的镓表面反应生成磷化镓膜。此磷化镓溶于下面的镓液中并向坩埚底部扩散，由于坩埚底部温度较低，当磷化镓超过溶解度时，就会析出晶体，如磷源足够，最后会将镓液全部变成磷化镓晶体。

（3）磷化镓外延生长　用上述方法制备的单晶主要用来作衬底。用液、气相外延方法能用来制备薄膜单晶。

磷化镓液相外延方法主要有浸渍法、转动法和滑动舟法，目前采用较多的是滑动舟法。气相外延主要有：$Ga\text{-}PCl_3\text{-}H_2$；$Ga\text{-}HCl\text{-}PH_3\text{-}H_2$；$GaP\text{-}H_2O\ (HCl)\text{-}H_2$ 系统和 MOCVD 法（金属有机热分解气

相生长法）。

最近采用 InP 与 InGaAsP 多层结构半导体开发了具有光增幅、光演算、光记忆等功能的元件。

【安全性】 应贮存在阴凉、通风、干燥、清洁的库房内，容器必须密封，不可与有毒物品和腐蚀性物品共贮混运。运输时要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻拿轻放，严禁猛烈撞击，防止包装容器破裂。

装入玻璃安瓿，瓶口要密封，每瓶净重 100g、0.5kg 或 1kg。外套木箱，箱与瓶之间用塑料圈垫实，每箱装 12 小瓶。

失火时，可用水、砂土、各种灭火器进行扑救。

【生产单位】 北京有色金属研究总院有研光电新材料有限责任公司，北京汇德信科技有限公司，哈尔滨特博科技有限公司。

Am024 磷化铟

【英文名】 indium phosphide

【结构式】 InP

【分子量】 145.79

【物化性质】 具有沥青光泽的深灰色晶体。熔点 1070℃，熔点下离解压为 2.75MPa。极微溶于无机酸。介电常数 10.8，电子迁移率约 4600cm^2/（V·s），空穴迁移率约 150cm^2/（V·s）。具有半导体的特性。

【质量标准】 国家标准《磷化铟单晶》GB/T 20230—2006

表 1　磷化铟单晶的导电类型、掺杂剂、电学参数

导电类型	掺杂剂	载流子浓度/cm^{-3}	迁移率/[cm^2/(V·s)]	电阻率/(Ω·cm)
n 型	S	≥5×10^{17}	≥500	—
	Sn	≥5×10^{16}	≥1000	—
半绝缘型	Fe	—	≥1000	≥5×10^{4}
p 型	Zn	≥5×10^{16}	～50	—

表 2　磷化铟单晶位错密度

项目	掺杂剂							
	S			Sn	Fe			Zn
晶片直径/mm	50.8	76.2	100	50.8	50.8	76.2	100	50.8
位错密度/cm^2	<1×10^{4}	<5×10^{4}	<1×10^{5}	<5×10^{4}	<1×10^{5}	<5×10^{5}	<1×10^{5}	<1×10^{4}

表 3　磷化铟单晶片的几何参数

项目	指标		
晶片直径/mm	50.8	76.2	100
直径偏差/mm	±0.5	±0.5	±0.5
厚度/μm	450	625	650
厚度偏差/μm	±25	±25	±25
主参考面/μm	16±2	22±2	32.5±2
次参考面/μm	8±2	11±2	18±2
平整度/μm	≤20	≤25	≤30
翘曲度/μm	≤15	≤20	≤25
总厚度变化/μm	≤20	≤25	≤30

【用途】 用作半导体材料，用于光纤通信技术，需要1.1～1.6μm范围内的光源和接收器。在InP衬底上生长InGaAsP双异质结激光器既能满足晶格匹配，又能满足波长范围的要求。

【制法】 用高压单晶炉制备磷化铟单晶是最主要的方法，并用掺等电子杂质的方法降低晶体的位错密度。而气相外延多采用In-PCl_3-H_2系统的歧化法，在该工艺中用铟（99.9999%）和三氯化磷（99.999%）之间的反应来生长磷化铟层。

气相外延 将石英反应管放在双温区电炉中，已净化的高纯氢气经计量通入，氢气也用来稀释三氯化磷，此时鼓泡器保持在0℃，通过反应管内的氢气线速度为14cm/min。外延生长分为两个阶段进行。

在第一阶段，将盛有铟的石英舟放在电炉中源区，通入氢气并加热到700～850℃，再用氢气将三氯化磷引入，在铟源上方被还原成磷蒸气和氯化氢。氯化氢与铟反应生成一氯化铟蒸气在管中迁移。磷溶解在铟中直至饱和。

在第二阶段，铟源保持在原位置不加热，单晶衬底放在电炉的第二加温区后，在氢气气氛下加热到600～750℃。首先用氢气将三氯化磷引入到管内对衬底进行气相腐蚀，清洗衬底表面。再将氢气直接引入反应管，并把源加热到它的过饱和温度（在操作中此温度比衬底晶体的温度高100℃）。然后通过氢气鼓泡将三氯化磷引入，这时磷蒸气与在源区生成的一氯化铟反应，在衬底上淀积生长出磷化铟层。当外延生长完成后，向系统中通入纯氢气，将两个温区冷却到室温，取出产物，制得磷化铟成品。

【安全性】 参见磷化镓。

【生产单位】 北京有色金属研究总院半导体材料国家工程中心，南京金美镓业有限公司，合肥合瑞达光电材料有限公司，北京东方佳气科技有限公司，哈尔滨特博科技有限公司，深圳市冠领电子有限公司，广东先导稀材股份有限公司。

Am025 磷酸铵

【别名】 磷酸三铵

【英文名】 ammonium phosphate；triammonium phosphate

【结构式】 $(NH_4)_3PO_4 \cdot 3H_2O$

【分子量】 203.13

【物化性质】 无色透明的片晶或白色菱形结晶。易溶于水，水溶液呈中性或弱碱性；微溶于稀氨水；不溶于液氨、丙酮、乙醇和乙醚。性质不稳定，水溶液加热则失去两个分子氨而成磷酸二氢铵，露置空气中能失去部分氨。

【质量标准】

1. 企业标准 沪Q/HG 12-111-63

指标名称	磷酸三铵/%	水不溶物/%	氯化物（以Cl^-计）/%	硫酸盐(以SO_4^{2-}计)/%	Fe_4/%	重金属(以Pb计)/%
指标	≥95	≤0.005	≤0.001	≤0.01	0.001	0.001

2. 参考标准

指标名称		P_2O_5/%	P_2O_5/%
指标	肥料级	46～48	18～18.5

【用途】 是一种高浓度氮磷复合肥料，可用作甘蔗生长的催芽剂。也用作木材防火剂，水处理的软水剂，生物培养剂，分析化学试剂。

【制法】 中和法：将磷酸氢二铵加入化料罐，溶解于60℃左右的热水中，配制成浓度约50%的溶液，经过滤后把清液送入反应器中，在搅拌下缓慢加入27%～28%氨水进行中和反应，至pH值为14时生成磷酸三铵溶液，把反应液放入冷却结晶器中，待全部析出磷酸三铵结晶后，经离心分离、干燥，制得磷酸三铵。其反

应式如下：

$$(NH_4)_2HPO_4 + NH_4OH \longrightarrow (NH_4)_3PO_4 + H_2O$$

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋包装，外套塑料编织袋，每袋净重 25kg 或 50kg。贮运参见磷酸氢二铵。

【生产单位】 北京五洲世纪红星化工有限责任公司，天津大港亿中化工厂，天津金汇太亚化学试剂有限公司。

Am026 磷酸锂

【英文名】 lithium phosphate

【结构式】 Li_3PO_4

【分子量】 115.79

【物化性质】 无色斜方结晶或白色结晶。熔点 837℃，相对密度 $d^{17.5}$ 2.537。溶于酸、氨水，微溶于冷水，不溶于丙酮。

【质量标准】 参考标准 Q/TJTE 6—2007

名称			磷酸锂	
Li_3PO_4含量/%		≥	99.0	99.9
杂质含量/%	钙(Ca)	≤	0.0035	0.002
	镁(Mg)	≤	/	0.001
	铁(Fe)	≤	0.001	0.0005
	铜(Cu)	≤	0.0001	0.0001
	铅(Pb)	≤	0.0001	0.0001
	镍(Ni)	≤	0.0001	0.0001
	氯(Cl)	≤	0.05	0.08

产品外观呈白色结晶，不得有肉眼可见的机械夹杂物。

【用途】 供生产彩色荧光粉用。

【制法】 工业生产一般采用一水氢氧化锂或碳酸锂为原料，与磷酸反应制得磷酸锂。

磷酸法：将工业一水氢氧化锂加入盛有蒸馏水的反应器中，在搅拌下缓慢加入热法磷酸进行中和反应，生成磷酸锂沉淀，经过滤、蒸馏浓缩、冷却结晶、离心分离、干燥，制得磷酸锂成品。其反应式如下：

$$3LiOH \cdot H_2O + H_3PO_4 \longrightarrow Li_3PO_4 + 4H_2O$$

【安全性】 具有明显的刺激作用，能刺激皮肤和黏膜，对胃肠道和中枢神经系统有损害。

生产人员应穿工作服，戴防护口罩、乳胶手套等劳保用品，以保护呼吸器官和皮肤，生产设备要密闭，车间通风应良好。

产品装入双层聚乙烯塑料袋封口，每袋净重 5kg，将四袋装入聚乙烯塑料袋封口，中间为三层牛皮纸袋，外套塑料编织袋缝口，每袋净重 20kg。内外包装均用红色油漆注明生产厂名称、产品名称、产品牌号、批号、净重、包装日期和防潮标志。

应贮存在阴凉、通风、干燥、清洁的库房内。包装必须密封，注意防潮。不得与酸类和有毒有害物品共贮混运。在运输过程中注意防雨淋和烈日曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

失火时，可用水、干砂土、各种灭火器进行扑救。

【生产单位】 新疆有色金属研究所，湖北百杰瑞新材料有限公司，江西东鹏新材料有限责任公司，上海中锂实业有限公司，四川博睿新材料科技有限公司。

Am027 磷酸硼

【英文名】 boron phosphate; boron orthophosphate

【结构式】 BPO_4

【分子量】 105.78

【物化性质】 白色四方结晶或微细粉末。熔点＞1200℃，密度 2.802g/cm³。溶于苛性碱金属溶液，不溶于水、乙醇、苯、丙酮、稀酸。无水磷酸硼是稳定的物质，无吸湿性。其水合物有 1、3、4、5、6 数种。含 1 分子结晶水的磷酸硼为白色结晶体，不潮解，溶于水，加热至 400℃ 以上则脱水而成 BPO_4，在 32℃ 及高压条件下，转变成石英型磷酸硼。磷酸硼与氨不

易生成加成物，而六水物溶于液氨时则会形成 $BPO_4 \cdot 3H_2O \cdot NH_3$ 的加成物。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标值
三氧化二硼(B_2O_3)/%	31～34
五氧化二磷(P_2O_5)/%	63～65
堆密度/(g/cm³) <	700
pH 值(1%溶液)	7
溶解性	不溶于水、有机溶剂
细度(400 目)/% ≥	99

【用途】 用于有机合成的催化剂。用作热稳定性颜料、陶瓷材料、涂料、石油添加剂、防腐剂及酸性净化剂，燃料电池的脱凝电解质。是制造硼氢化钠的原料，水合物可用作肥料。

【制法】 磷酸-硼酸法是较常见的生产方法。

磷酸-硼酸法可分以下两个流程。

① 将磷酸和硼酸混合，在 80～100℃ 加热进行反应，或者将磷酸溶液和硼酸溶液混合后在水浴上蒸发至干。把如此所得的无定形物质在 1000℃ 灼烧 2h，则转变成结晶态磷酸硼。由上述 80～100℃ 反应制得的磷酸硼易溶水；而经强热（1000℃ 左右）后则变成不溶于水的磷酸硼成品。其反应式如下：

$$H_3BO_3 + H_3PO_4 \longrightarrow BPO_4 + 3H_2O$$

② 将 3.44g 结晶硼酸和 6.44mol 85%磷酸混合，二者的摩尔比为 $P_2O_5 : B_2O_3 = 0.85 : 1$，再加入 3.65g 磷酸铵，其比例为 $(NH_4)_2HPO_4 : B_2O_3 = 0.5 : 1$，在所获得的混合物中，一般情况下含量约为 $P_2O_5 : B_2O_3 = 1.1 : 1$，同时加入 5g 甲醛溶液，其相应的摩尔比为 $CH_2O : B_2O_3 = 1.2 : 1$，然后，把上述混合物加入聚四氟乙烯制的小细颈容器中，搅拌均匀，于 150℃ 下反应维持 24h，经过滤，用蒸馏水洗涤，先于 110℃，后用 300℃ 煅烧，制得结晶状磷酸硼成品。其反应式如下：

$$H_3PO_4 + H_3BO_3 \longrightarrow BPO_4 + 3H_2O$$

【安全性】 用内衬塑料薄膜袋的塑料编织袋包装，每袋净重 25kg。

应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。包装要密封，防潮。运输时要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破裂。

失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 四川友信化工有限责任公司，山东省威海市天创精细化工有限公司。

Am028 磷酸铝

【英文名】 aluminium phosphate

【结构式】 $AlPO_4$

【分子量】 121.95

【物化性质】 白色斜方晶体或粉末。相对密度 2.566，熔点＞1500℃。不溶于水，溶于浓盐酸、浓硝酸、碱和醇。580℃ 时较为稳定，1400℃ 时不熔融而成为胶状体。在室温至 1200℃ 之间，磷酸铝有四种晶形，常见的为 α 型。

【质量标准】 参考标准

指标名称	外观	$\omega(AlPO_4)$/%	ω(水溶性物质)/%
指标	白色粉末	≥98	≤2

【用途】 在特种玻璃制造中用作助熔剂，用于陶瓷、牙齿作黏结剂。还用作生产润肤剂、防火涂料、导电水泥等的添加剂。纺织工业用作抗污剂，有机合成中用作催化剂，也用于医药和造纸工业。

【制法】

(1) 水热合成法 在带搅拌的中和反应器内，将铝酸钠加入热水中溶解成浓溶液，加热至 85℃，再加入 95%磷酸进行中和反应，生成白色沉淀，终点控制 pH 在 4.2～4.5，再将沉淀物和溶液送至带搅拌装置的高压釜中，在 250℃ 下加热数小时后进行离心分离。将固体物送入洗涤

槽，先用稀盐酸溶液洗涤，再用清水洗涤数次，除去水溶性杂质，经过滤、干燥，制得磷酸铝成品。离心分离的母液成分为磷酸二氢钠，经回收处理副产磷酸二氢钠。其反应式如下：

$$2H_3PO_4+NaAlO_2 \longrightarrow AlPO_4+NaH_2PO_4+2H_2O$$

（2）复分解法　将磷酸三钠和硫酸铝分别在溶料槽内用85～95℃的水溶解，再用板框压滤机过滤，除去非水溶性杂质。将此两种溶液以适当的浓度和摩尔比$\{n[Al_2(SO_4)_3]/n(Na_3PO_4)=1:3\}$送入反应釜内进行复分解反应，使生成白色胶状磷酸铝沉淀，然后用板框压滤机直接进行液固分离。分离出的母液中回收硫酸钠，留在压滤机内的磷酸铝用稀盐酸溶液洗涤，再用清水洗涤数次，除去硫酸根等杂质，经过滤、干燥、粉碎，即得磷酸铝成品。其反应式如下：

$$Al_2(SO_4)_3+2Na_3PO_4 \longrightarrow 2AlPO_4+3Na_2SO_4$$

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重25kg。

应贮存在通风、干燥的库房中，包装密封、注意防潮。不可与酸类、碱类物品和有色的化工原料混合堆放。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 石家庄市鑫盛化工有限公司，辛集市有容化工科技有限公司，辽宁硼达科技有限公司，河北新乐市亿阳防腐材料有限公司，株洲金桥锌业有限公司，上海一品颜料有限公司，青岛旭昕化工有限公司，湖北七八九化工有限公司，广西新晶科技有限公司，骆驼颜料，满城县新龙源化工有限公司。

Am029 磷酸钾

【别名】 磷酸三钾；正磷酸钾

【英文名】 potassium phosphate tribasic; tripotassium phosphate

【结构式】 K_3PO_4

【分子量】 212.27

【物化性质】 无色斜方晶系结晶或白色结晶粉末。相对密度d^{17} 2.564，熔点1340℃。可溶于水，不溶于醇。水溶液呈强碱性，有强腐蚀性，吸湿性较强。

【用途】 用于制造液体肥皂、精制汽油、优质纸张，是磷钾肥料。用作锅炉软水剂，也用于医药。

【质量标准】 国家标准 GB 25563—2010

项目		指标
磷酸三钾(K_3PO_4)(灼烧干基)质量分数/% ≥		97.0
pH(10g/L溶液)		11.5～12.5
砷(As)/(mg/kg) ≤		3
氟化物(以F计)/(mg/kg) ≤		10
重金属(以Pb计)/(mg/kg) ≤		10
铅(Pb)/(mg/kg) ≤		2
水不溶物质量分数/% ≤		0.2
灼烧减量	无水物质量分数/% ≤	5.0
	水合物质量分数/%	8.0～20.0

【制法】 中和法：将50%磷酸溶液加入耐腐蚀反应罐中，按磷酸：氢氧化钾＝1：2的摩尔配比加入30%氢氧化钾溶液，在搅拌下进行中和反应，控制pH8.5～9，生成磷酸氢二钾溶液。然后送至二次中和器中加入30%氢氧化钾溶液进行中和反应，终点控制pH＝14，生成磷酸三钾溶液，经蒸发浓缩至相对密度为1.38～1.46，再经冷却结晶器冷却至60℃以下后，进行离心分离，制得磷酸三钾成品。也可不经冷却结晶器而直接趁热把浓缩后的磷酸三钾溶液进行离心分离而得。分离的母液则返回蒸发器。其反应式如下：

$$H_3PO_4+2KOH \longrightarrow K_2HPO_4+2H_2O$$

$$K_2HPO_4+KOH \longrightarrow K_3PO_4+H_2O$$

【安全性】 内衬聚乙烯塑料袋，外套塑料编织袋或麻袋包装，每袋净重50kg或100kg。包装上应有明显的“避免受热”、

"防潮"标志。贮运参见磷酸二氢钾。

【生产单位】 吴江市曙光化工有限公司，无锡飞鹏精细化工（集团）有限公司，常州市川磷化工有限公司，江苏瑞丰化工有限公司，连云港恒生精细化工有限公司，四川什邡市川鸿磷化工有限公司，武汉无机盐化工有限公司。

Am030 磷酸锌

【英文名】 zinc phosphate

【结构式】 $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$

【分子量】 422.08

【物化性质】 无色斜方晶系结晶或白色微晶粉末。表观密度 0.8～1g/cm^3。溶于无机酸、氨水、铵盐溶液，不溶于乙醇，水中几乎不溶，其溶解度随温度上升而减小。加热到100℃时失去2个结晶水而成无水物。有潮解性、腐蚀性。

【质量标准】 企业标准津 Q/HG 1-1691-81

指标名称	外观	ω(Zn)/%	ω(磷酸盐)/%	ω(水溶性硫酸盐,以 SO_4^{2-} 计)/%	ω(水溶性氯化物,以 Cl^- 计)/%	ω(水溶物)/%	水浸取反应 pH	ω(灼烧失重)/%	吸油量/(g/100g)
指标	乳白色粉末	45～52	45～52	≤0.10	≤0.05	≤1.00	6～8	8～16	25～40

【用途】 用作醇酸、酚醛、环氧树脂等各类涂料的基料，也用于生产无毒防锈颜料和水溶性涂料。还用于氯化橡胶、合成高分子材料的阻燃剂。

【制法】

（1）氧化锌法　将经稀释的15%磷酸溶液加入反应器中，在搅拌下缓慢加入浓度约20%的氧化锌浆液进行反应生成磷酸锌，温度保持在30℃以下，加入二水磷酸锌晶种，在pH值为3的条件下加热至80℃，经过滤、热水洗涤、粉碎，于90℃下干燥，制得二水磷酸锌成品。其反应式如下：

$$2H_3PO_4 + 3ZnO \longrightarrow Zn_3(PO_4)_2 \cdot 2H_2O + H_2O$$

（2）复分解法　将磷酸三钠溶液加入反应器中，在搅拌下缓慢加入硫酸锌溶液，于70～80℃下进行复分解反应，完全反应后经过滤，用水漂洗除去硫酸根离子，再经粉碎，于120℃下干燥，制得二水磷酸锌成品。其反应式如下：

$$3ZnSO_4 + 2Na_3PO_4 \longrightarrow Zn_3(PO_4)_2 + 3Na_2SO_4$$

【安全性】 应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，运输时要防雨淋、防潮、防热。不可与食用物品共贮混运。切勿与酸、碱、油类及可燃物等堆放在一起。装卸时要小心轻放，防止包装破损。内衬聚乙烯塑料袋、外用纤维板桶包装，每桶净重25kg。

失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 武汉无机盐化工有限公司，骆驼颜料，石家庄市鑫盛化工有限公司，辛集市有容化工科技有限公司，河北新乐市亿阳防腐材料有限公司，株洲金桥锌业有限公司，青岛旭昕化工有限公司，湖北七八九化工有限公司，广西新晶科技有限公司，石家庄亿恒锌业化工有限公司，常州中耀精细化工有限公司，满城县新龙源化工有限公司。

Am031 磷酸脲

【别名】 尿素磷酸盐

【英文名】 urea phosphate

【结构式】 $H_3PO_4 \cdot CO(NH_2)_2$

【分子量】 158.06

【物化性质】 无色透明棱柱状晶体。熔点117.3℃。易溶于水，其水溶液呈酸性，1%水溶液的pH值为1.89；不溶于醚类、甲苯、四氯化碳和二噁烷中。

【质量标准】 国家标准 GB/T 27805—2011

指标名称		工业级
五氧化二磷(P_2O_5)质量分数/%	≥	44.0
总氮(N)质量分数/%	≥	17.0
水不溶物质量分数/%	≤	0.1
干燥减量质量分数/%	≤	0.5
氟(F)质量分数/%	≤	0.05
砷(以 As 计)质量分数/%	≤	0.01
重金属(以 Pb 计)质量分数/%	≤	0.003
pH 值(10g/L 水溶液)		1.6～2.4

【用途】 是优良的饲料添加剂，可为牲畜提供磷和非蛋白氮（尿素态氮）两种营养元素，特别适用于反刍动物饲用，能减缓牛、羊瘤胃和血中氮的释放和传递速度，安全性比尿素高。也是一种高浓度氮磷复合肥料，适于碱性土壤，对水稻、小麦、油菜等作物均有增产效果。还用作阻燃剂、金属表面处理剂、发酵营养剂、清洗剂和净化磷酸用助剂。

【制法】

（1）二次结晶法　将含 50%P_2O_5的湿法磷酸和 60%（质量分数）的尿素溶液加入混合反应器中，在 110℃混合后用泵送入真空蒸发器中进行浓缩，再离心分离、干燥，制得磷酸脲成品。为得到饲料级产品，可进行二次结晶。分离后母液经浓缩，再返回混合反应器加以利用。其反应式如下：

$$H_3PO_4 + CO(NH_2)_2 \longrightarrow H_3PO_4 \cdot CO(NH_2)_2$$

（2）真空浓缩一步法　将含 25%P_2O_5的稀磷酸（含 6%杂质）用烧碱预处理并倾析以除去氟硅酸钠，然后将其加到有熔融尿素的间歇反应槽内，配料比为 21g 尿素对 100g 磷酸溶液。在此条件下，磷酸脲完全溶解，然后将稀溶液预热，再进入真空浓缩器（$p<13.3\times10^3$ Pa）于 60℃进行浓缩。然后送到结晶器中冷却至 20℃析出结晶。料浆在母液澄清槽中倾析，产品经少量水洗涤、干燥，制得磷酸脲成品。其反应式如下：

$$H_3PO_4 + CO(NH_2)_2 \longrightarrow H_3PO_4 \cdot CO(NH_2)_2$$

【安全性】 应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中。包装要密封、防潮。不得与有毒物品和污染物品共贮混运。运输时要防雨淋和日晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。

用内衬聚乙烯塑料袋、外套聚丙烯编织袋包装，每袋净重 25kg。

失火时，可用水、砂土和二氧化碳灭火器扑救。

毒性 LD_{50} 为 750mg/kg。

【生产单位】 四川川恒化工有限责任公司，四川蓝剑化工（集团）有限责任公司，四川胜丰磷化工有限责任公司，四川友人化工有限公司，什邡市海星化工有限公司，什邡圣地亚化工有限公司，贵阳中化开磷化肥有限公司，长沙锐启化工产品有限公司，上海茁越化工有限公司，河北萌帮水溶肥料有限公司。

Am032 磷酸铜钙

【英文名】 calcium copper phosphate

【物化性质】 白色带微蓝色的粉末。不溶于水，溶于硝酸、盐酸。工业品磷酸铜钙含磷酸钙 99.75%、磷酸铜 0.25%。

【质量标准】 参考标准

项目	单程寿命/h	转化率/%	产率/%	收率/%	表观密度/(g/cm³)	尾气浓度/%	总寿命/h
指标	≥30	≥60	≥88	≥48.8	>0.5	≥95	≥700

【用途】 用作乙炔水合制乙醛的无毒催化剂。

【制法】 浆浸渍法：将已制得的硝酸钙稀释为 0.75mol/L（1.5N）的溶液，连同氨水加入到内装有稀释至 0.75mol/L（1.5N）的磷酸氢二铵溶液的反应器中，进行搅拌反应，控制 pH=7.6 左右，温度在 15℃，生成磷酸钙，把磷酸钙浆液静置陈化 4h，然后加入醋酸铜溶液，使生成的磷酸铜分布在磷酸钙浆粒表面而制成催化剂。经真空过滤

机过滤并洗涤，于105℃干燥约24h后，再在强化炉中于300～460℃进行强化2.5h，再经粉碎、筛选，制得磷酸铜钙成品。其反应式如下：

$$3Ca(NO_3)_2+2NH_4OH+2(NH_4)_2HPO_4 \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2+6NH_4NO_3+2H_2O$$

【安全性】 应贮存在阴凉、干燥、清洁的库房内，注意防潮。不可与酸类、有毒有害污染物品共贮混运。运输过程中防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损受潮。

用内衬聚乙烯塑料袋的纸板桶包装，包装密封。每桶净重40kg。

失火时，可用水、砂土、泡沫灭火器和二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 上海勤工化工厂，南京无机化工厂。

Am033 工业磷酸钙

【别名】 磷酸三钙

【英文名】 tricalcium phosphate，technical；calcium phosphate tertiary

【结构式】 $Ca_3(PO_4)_2$

【分子量】 310.18

【物化性质】 白色晶体或无定形粉末。相对密度3.14，熔点1670℃，折射率1.63。微溶于水（溶解度0.0025g/100mL水），易溶于稀盐酸和硝酸，不溶于水、乙醇和丙酮，在空气中稳定。有α型和β型两种，β型磷酸钙加热到1180℃时可形成α型磷酸钙，再加热至1430℃则得α′型磷酸三钙。α型比β型更易溶于柠檬酸。

【质量标准】 参考标准

检测项目		E341(Ⅲ)欧标	FCC-Ⅵ美标	国标 GB 25558—2010
磷酸三钙(以Ca计)/%		—	34.0～40.0	34.0～40.0
磷酸三钙/%	≥	90.0	—	—
五氧化二磷(P_2O_5)/%		38.5～48.5	—	—
砷(As)/(mg/kg)	≤	3	3	3
氟化物(以F计)/(mg/kg)	≤	50	75	75
灼烧减量(800℃±25℃)/%	≤	8.0(800℃±25℃)	8.0	10.0
铅(Pb)/(mg/kg)	≤	4	2	2
重金属(以Pb计)/(mg/kg)	≤	—	—	10
镉(Cd)/(mg/kg)	≤	1	—	—
汞(Hg)/(mg/kg)	≤	1	—	—
澄清度		—	—	通过试验
细度/%	≥	过140目筛,99.8		—
		过325目筛,99.0		—

【用途】 用于制造陶瓷、彩色玻璃、乳白玻璃。可用作牙科的黏结剂、塑料稳定剂、磨光粉、糖浆澄清剂、化学肥料。也用于橡胶和印染行业，医药上用作制酸剂（胃酸过多患者用之）。

【制法】 磷酸三钠法 将磷酸三钠溶液在过量氨存在下与适量氯化钙饱和溶液进行反应，生成不溶性的磷酸三钙沉淀，经过滤、洗涤、干燥，制得磷酸三钙成品。其反应式如下：

$$2Na_3PO_4+3CaCl_2 \xrightarrow{\text{过量氨存在}} Ca_3(PO_4)_2+6NaCl$$

【安全性】 用内衬聚乙烯薄膜袋的多层牛皮纸袋包装，外套编织袋，每袋净重25kg。应贮存在阴凉、通风、干燥、清洁的库房内。需下垫垫层，防潮。运输时不得与有毒物质和其他污染物品共贮混运。要防雨淋和烈日曝晒。装卸时应小心轻

放，防止包装破损。

失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 常熟新特化工有限公司，江苏康祥集团公司，四川什邡市川鸿磷化工有限公司，湖北联兴化工股份有限公司，连云港云波化工有限公司，什邡市镇江化工有限公司，广州巨兰化工科技有限公司，成都市星辰磷酸盐厂。

Am034 活性磷酸钙

【别名】 活性磷酸三钙

【英文名】 calcium phosphate，activated；tricalcium phosphate，activated

【结构式】 $Ca_3(PO_4)_2$

【分子量】 310.18

【物化性质】 白色结晶或无定形粉末。易溶于稀盐酸和硝酸，极微溶于冷水，不溶于乙醇，遇热水则分解。在制取微细磷酸三钙的过程中加入助分散剂、表面活性剂、胶体保护剂等，进一步改变磷酸三钙的亲水性与润湿能力，并使磷酸三钙在悬浮系统中不仅起机械隔离作用，还能形成电性保护膜。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 3583—2009

项目	指标	
	A 型	B 型
五氧化二磷(P_2O_5)质量分数/%	38.0～41.0	38.0～41.0
氧化钙(CaO)质量分数/%	51.0～55.0	51.0～55.0
水分质量分数/% ≤	2.5	2.5
pH 值(10g/L)	8.0～9.0	6.5～7.5
盐酸不溶物质量分数/% ≤	0.2	0.2
粒度通过率(38μm 孔径筛)质量分数/% ≥	99.5	99.0
3h 悬浮度①/%	协议	协议

① 该指标只适用于 EPS 等悬浮分散剂用途。

【用途】 主要用于聚苯乙烯、苯乙烯、丙烯腈、可膨胀聚苯乙烯聚合作分散剂，以及陶瓷、生物材料、荧光材料等。

【制法】 工业生产方法有氯化钙-磷酸三钠复分解法和热法磷酸-石灰乳直接反应法。

(1) 复分解法　将磷酸三钠溶液在过量氨存在下与适量氯化钙饱和溶液进行复分解反应，生成不溶性的磷酸三钙沉淀，经过滤、洗涤，加入分散润湿剂（如烷基苯磺酸钠或烷基磺酸钠等，加入量为磷酸三钙的 0.2%～0.5%）、助分散剂（如苯乙烯-顺丁烯二酸酐共聚物等），经搅拌均匀、干燥，制得活性磷酸三钙成品。其反应式如下：

$$2Na_3PO_4+3CaCl_2\xrightarrow{\text{过量氨存在}}Ca_3(PO_4)_2+6NaCl$$

(2) 磷酸法　在饱和的石灰乳溶液中加入热法磷酸溶液进行反应，生成磷酸三钙沉淀，控制沉淀组成中 CaO/P_2O_5 的摩尔比为 3 左右，经过滤、洗涤，加入分散润湿剂、助分散剂，再搅拌均匀，干燥，制得活性磷酸三钙成品。其反应式如下：

$$3Ca(OH)_2+2H_3PO_4\longrightarrow Ca_3(PO_4)_2+6H_2O$$

作为分散剂使用的活性磷酸钙可以制成膏状或粉状，加入悬浮聚合体中。

【安全性】 应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，注意防潮。不得与无机酸类及有毒物品共贮混运。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

用内衬聚乙烯塑料袋密封的塑料编织袋包装，每袋净重 25kg。

失火时，可用水、干砂土、各种灭火器进行扑救。

【生产单位】 四川绵竹川润化工有限公司，江苏省张家港泰华化工有限公司，什邡市海星化工有限公司，泰州大邦高分子材料有限公司，连云港云波化工有限公司，山东临朐富源精细化工有限公司，湖

北中料化工有限公司。

Am035 脱氟磷酸钙

【别名】 脱氟磷酸三钙

【英文名】 calcium phosphate，defluorinated；tricalcium phosphate，defluorinated

【结构式】 $Ca_3(PO_4)_2$

【分子量】 310.18

【物化性质】 参见工业磷酸钙。

【质量标准】 参考标准

指标名称		$\omega(P_2O_5)$/%	ω(CaO)/%	ω(F)/%	ω(重金属，以 Pb 计)/%	ω(As)/%
指标	饲料级	≥41	≥48	≤0.18	≤0.002	≤0.002

【用途】 主要用作家畜磷钙元素添加剂，也适用于酸性土壤作基肥。

【制法】 主要生产方法有旋风炉熔融脱氟法（水热法）和转窑烧结脱氟法（酸热法）。

（1）熔融法　先将磷矿石、白云石、硅石等按配料比计量后，经破碎，再经球磨机磨成 180μm 以上细粉，送入旋风炉中熔融脱氟。物料配比控制余碱度<1（即 $CaO+MgO-3P_2O_5/SiO_2+Al_2O_3<1$）。使物料带微酸性，在 1350～1500℃高温下，通过水蒸气流进行熔融脱氟，经水骤冷熔融体，使产品以 α 型磷酸三钙玻璃质固定下来，经干燥和球磨进行磨细，制得饲料级脱氟磷酸钙成品。其反应式如下：

$$2Ca_5F(PO_4)_3+H_2O+SiO_2 \longrightarrow 3Ca_3(PO_4)_2+CaSiO_3+2HF\uparrow$$

制得的脱氟磷酸钙成品含 P_2O_5 30%以上，含氟 0.2%。

（2）烧结法　为适当降低配料熔点和促进磷矿中氟的脱出，将磷矿粉配以磷酸、少量硅石和纯碱、芒硝，经双轴混合器混合，再经造粒后送入回转炉（或沸腾炉）进行烧结，用天然气或煤气加热至 1200℃以上，经 1h 烧结后，磷矿中氟呈 HF 和 SiF_4 逸出。烧成品经冷却后，粉碎，制得含 P_2O_5 40%以上、含氟 0.2%以下的饲料级脱氟磷酸钙成品。其反应式如下：

$$Ca_{10}F_2(PO_4)_6+14H_3PO_4+10H_2O \longrightarrow 10[Ca(H_2PO_4)_2\cdot H_2O]+2HF\uparrow$$

$$Ca(H_2PO_4)_2\cdot H_2O \longrightarrow Ca(PO_3)_2+3H_2O$$

$$Ca_{10}F_2(PO_4)_6+4Ca(PO_3)_2+H_2O \longrightarrow 7Ca_2P_2O_7+2HF\uparrow$$

$$Ca_{10}F_2(PO_4)_6+Ca_2P_2O_7+H_2O \longrightarrow 4Ca_3(PO_4)_2+2HF\uparrow$$

【安全性】 ADI 0～70mg/kg（以磷计，FAO/WHO，1985 年）。

包装及贮运：参见饲料用磷酸钙。

【生产单位】 江苏华昌集团索尔维-恒昌（张家港）精细化工有限公司，青州金通饲料有限公司，连云港东洲磷钙饲料有限有限公司，肃宁县宇威生物制剂有限公司，湖北兴发化工集团股份有限公司，武汉大华伟业医药化工有限公司。

Am036 磷酸氢钙

【别名】 磷酸二钙

【英文名】 calciumhydrogen phosphate；calcium phosphate，secondary；dicalcium phosphate

【结构式】 $CaHPO_4\cdot 2H_2O$

【分子量】 172.09

【物化性质】 白色单斜晶系结晶性粉末，无臭、无味。相对密度 2.306（16℃）。溶于稀盐酸、稀硝酸、醋酸，微溶于水，不溶于乙醇。在 115～120℃时失去 2 个结晶水，加热至 400℃以上时形成焦磷酸钙。吸湿性较小。

【质量标准】 化工行业标准 HG 3275—1999

项目	指标		
	优等品	一等品	合格品
有效五氧化二磷(P_2O_5)含量/%　≥	25.0	20.0	15.0
游离水分含量/%　≤	10.0	15.0	20.0
pH 值(5g 试样加入 50mL 水中)　≥	3.0		

【用途】 主要用作肥料，在酸性、微酸性或中性土壤中皆可使用，适用于各种农作物。也用作塑料稳定剂。

【制法】

(1) 不过滤不脱氟一段中和法　将40～80目的磷矿粉和15%～20%盐酸经计量后加入带搅拌萃取器中，磷矿粉与盐酸反应生成磷酸和氯化钙，反应后的料液经萃取后溢流入中和器中，加入一定量的石灰乳溶液（氧化钙80g/L）或用75μm石灰石粉悬浮液在50℃以下中和至pH＝4～5，使PO_4^{3-}完全沉淀。得到的沉淀经增稠沉降后离心分离，并再经水洗涤，制得肥料用磷酸氢钙成品。其反应式如下：

$$Ca_5F(PO_4)_3+10HCl \longrightarrow 3H_3PO_4+5CaCl_2+HF\uparrow$$

$$2H_3PO_4+Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca(H_2PO_4)_2+2H_2O$$

$$Ca(H_2PO_4)_2+Ca(OH)_2 \longrightarrow 2CaHPO_4 \cdot 2H_2O$$

(2) 磷酸一钙法　将过磷酸钙加水搅拌于(35±5)℃下浸取10～15min，然后离心分离，弃去磷石膏，得到磷酸一钙溶液，加入氯化钠（按每升溶液加氯化钠约40g）进行脱氟，控制脱氟温度在(45±5)℃，搅拌30min，然后沉降约1h。将脱氟后的磷酸一钙溶液加入含氧化钙80g/L的石灰乳溶液进行搅拌中和，控制pH值在2～2.5，中和温度不高于40℃，生成磷酸氢钙沉淀，经离心分离，制得肥料用磷酸氢钙成品。

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋包装，外套麻袋或编织袋，每袋净重25kg或50kg。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，避免露天存放。不得与有毒物品和污染性物品共贮混运；运输时应防雨淋和烈日曝晒，防潮。装卸时应小心轻放，防止包装破损。

失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 连云港云波化工有限公司，山东省滨州市利丰达化工有限公司，四川龙莽集团，昆明麦华化肥有限公司，云南富民世翔化工有限公司，贵州正大实业有限公司，云南新龙矿物质饲料有限公司，济源市丰田肥业有限公司，石家庄瑞亿饲料有限公司。

Am037 磷酸二氢钙

【别名】 磷酸一钙

【英文名】 calcium dihydrogen phosphate; calcium phosphate, primary; monocalcium phosphate

【结构式】 $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$

【分子量】 252.07

【物化性质】 无色三斜晶系结晶或白色结晶性粉末。相对密度2.22(16/4℃)。稍有吸湿性，易溶于盐酸、硝酸，稍溶于冷水，几乎不溶于乙醇。在30℃时，100mL水中可溶磷酸二氢钙1.8g。水溶液显酸性，加热水溶液则水解为正磷酸氢钙。在109℃时失去结晶水，203℃时则分解成偏磷酸钙。

【质量标准】 参考标准

指标名称	ω(P_2O_5)/%	ω(F)/%	ω(As)/%	ω(游离磷酸)/%	ω(CaO_4)/%
指标	≥52	≤0.15	≤0.05	≤10	≤16

【用途】 用于肥料、玻璃制造、塑料稳定剂、牲畜辅助饲料。

【制法】

(1) 骨粉法　首先将黄磷在熔磷槽内熔化成液体，经喷嘴送入燃烧水合塔，同时用压缩空气将磷雾化，使磷氧化燃烧生成五氧化二磷。在塔顶沿塔壁淋洒30～40℃的循环磷酸，使五氧化二磷气体冷却，同时与水反应合成磷酸。与经煅烧粉碎后的骨粉按CaO∶P_2O_5＝1进行混合反应，待其熟化后，进行粗碎，经烘干、粉碎，制得磷酸二氢钙。其反应式如下：

$$CaHPO_4 \cdot 2H_2O + H_3PO_4 \longrightarrow Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + H_2O$$

如将熟化料用水浸取，其浸取液经过滤、蒸发、冷却结晶、干燥，制得纯的磷酸二氢钙成品。

（2）氢氧化钙法　将 2mol 磷酸与 1mol 氢氧化钙进行反应，控制 pH3.2 左右时，生成磷酸二氢钙。过滤，蒸发，冷却结晶、离心分离，用丙酮充分洗涤后，风干，制得磷酸二氢钙成品。其反应式如下：

$$Ca(OH)_2 + 2H_3PO_4 \longrightarrow Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + H_2O$$

【安全性】 内衬聚乙烯塑料袋，外套塑料编织袋包装，每袋净重 50kg。贮运参见食用磷酸二氢钙。

【生产单位】 四川什邡川西兴达化工公司，四川龙莽集团，襄樊市化工，四川省什邡清华化工有限责任公司，连云港市红旗化工厂，连云港云波化工有限公司，青州金通饲料有限公司，四川川恒化工股份有限公司，贵州黔磷磷化工有限公司，贵州正大实业有限公司，云南铜业胜威化工有限公司，连云港东洲磷钙饲料有限有限公司，石家庄瑞亿饲料有限公司。

Am038 卤磷酸钙荧光粉

【别名】 日光粉

【英文名】 calciumhalophosphate flurescent powder

【化学表示式】 $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot Ca(F、Cl)_2 : Sb、Mn$

【物化性质】 白色粉末，无毒，稳定。卤磷酸钙荧光材料由 Sb^{3+} 和 Mn^{2+} 共同激活，激活剂 Sb^{3+} 吸收激发能后，将一部分能量以光辐射形式放出，另一部分则转移给 Mn^{2+}，使 Mn^{2+} 产生辐射。因此总的辐射取决于两种激活剂的特性，并随着它们相对比例的变化而改变。当单独掺 Sb^{3+} 时，在可见光谱区只产生主峰的 480nm 蓝带辐射，当加入 Mn^{2+} 后，Sb^{3+} 的蓝光受到抑制，并产生第二带，峰值约在 580nm 处。另外 Ca^{2+} 和 PO_4^{3-} 的比越接近于化学理论值，则化合物越易生成稳定的晶体结构，发光特性越好。卤磷酸钙荧光材料对短紫外光（254nm）、长紫外光（365nm）、阴极射线、X 射线、电场等的刺激也极为敏感，量子吸收率高。

【用途】 用于白色荧光灯，用作荧光材料。

【制法】 其工艺过程大体可分为原料制备、提纯、配料、灼烧、后处理等过程。

为了制得优质的荧光材料，必须严格注意原材料的纯度。下表是制备卤磷酸钙荧光粉对主要原料的纯度要求。

原料名称	杂质名称	质量分数
磷酸氢钙	铁、重金属	各 $<1\times10^{-5}$
	氯化物	$<2\times10^{-4}$
	硫酸根	$<5\times10^{-5}$
碳酸钙	铁、重金属	各 $<1\times10^{-5}$
氟化钙	氯化物	$<2\times10^{-4}$
	硫	$<1\times10^{-4}$
无水氯化钙	铁、重金属	各 $<1\times10^{-5}$
	镁	$<1\times10^{-3}$
	硫酸根	$<5\times10^{-5}$
磷酸锰(或碳酸锰)	铁、重金属	各 $<1\times10^{-5}$
	氯化物	$<2\times10^{-4}$
	硫酸根	$<1\times10^{-4}$
三氧化二锑	铁	$<2\times10^{-5}$
	重金属	$<1\times10^{-3}$
	氯化物	$<2\times10^{-4}$
	硫酸根	$<5\times10^{-5}$

配制混合料时，各原料的用量首先要按磷灰石组成进行理论计算。钙和锰的摩尔数之和与磷酸根中磷的摩尔数比应为5∶3。实际采用约为 4.9∶3。然后进行称量，混合，用球磨机磨细、过筛，再在氮气下，于 1150℃左右进行恒温烧结一定时间，取出冷却后，在紫外灯下进行挑选，再磨细过筛，

表面处理，干燥过筛，制得卤磷酸钙荧光粉成品。其主要反应式如下：

$$6CaHPO_4 + 2.7CaCO_3 + 0.8CaF_2 + 0.2CaCl_2 + 0.08Sb_2O_3 + 0.2MnCO_3 \xrightarrow{1100\sim1200^{\circ}C} 3Ca_3(PO_4)_2 \cdot Ca_{0.7}(F_{1.6}C_{10.1}) : (0.06Sb^{3+} + 0.2Mn^{2+}) + 3H_2O\uparrow + 2.9CO_2\uparrow + 0.1SbCl_3\uparrow$$

产品类型	产品代号	化学成分	密度/(g/cm³)	发射主峰峰值(nm)/颜色(UV-A：UV-B)	备注
TLD 系列卤磷酸钙荧光粉	JN-10	$Ca_{10}(PO_4)_6FCl$:Sb,Mn	3.14	日光色(IEC),6500K	CRI:74
	JN-19	$Ca_{10}(PO_4)_6FCl$:Sb,Mn	3.16	特殊白色(JIS),5000K	CRI:68
	JN-20	$Ca_{10}(PO_4)_6FCl$:Sb,Mn	3.16	冷白色(IEC),4100K	CRI:62
	JN-30	$Ca_{10}(PO_4)_6FCl$:Sb,Mn	3.16	白色(IEC),3500K	CRI:56
	JN-40	$Ca_{10}(PO_4)_6FCl$:Sb,Mn	3.16	暖白色(IEC),2900K	CRI:52
	JN-45	$Ca_{10}(PO_4)_6FCl$:Sb,Mn	3.16	暖白色(IEC),2700K	CRI:52
	JN-51	$Ca_{10}(PO_4)_6FCl$:Sb	3.13	蓝白色	

【安全性】 应贮存在阴凉、通风、干燥、清洁的库房内，瓶口必须密封、防潮。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，严禁震动和撞击，防止包装瓶破。

用磨口玻璃瓶包装，瓶口密封，每瓶净重 0.5kg 或 1kg。装入纸箱（或木箱）集装运输，每箱内装 10 瓶。

失火时，可用水、砂土、各种灭火器进行扑救。

【生产单位】 浙江晶能荧光材料有限公司，衡水立车企业集团有限公司，营口市电光源材料有限公司，营口三征有机化工股份有限公司，东台市金源荧光材料厂，河南省林州市新星电光源有限公司，扬州市广陵区发光照明材料厂。

Am039 磷酸二氢铵

【别名】 磷酸一铵

【英文名】 ammonium dihydrogen phosphate; monoammonium phosphate

【结构式】 $NH_4H_2PO_4$

【分子量】 115.03

【物化性质】 无色透明正方晶系晶体。相对密度 1.803（19℃），熔点 190℃。易溶于水，微溶于醇，不溶于丙酮。在空气中较稳定，加热至 100℃时有小部分分解。高于熔点时失去氨和水，并生成偏磷酸铵和磷酸的混合物。水溶液呈酸性（1%溶液的 pH 值为 4.5）。

【质量标准】 国家标准 GB 10205—2009

表 1 传统法粒状

项目		优等品 12-52-0	一等品 11-49-0	合格品 10-46-0
外观		颗粒状，无机械杂质		
总养分($N+P_2O_5$)的质量分数/%	≥	64.0	60.0	56.0
总氮(N) 的质量分数/%	≥	11.0	10.0	9.0
有效磷(P_2O_5)的质量分数/%	≥	51.0	48.0	45.0
水溶性磷占有效磷百分数/%	≥	87	80	75
水分(H_2O)的质量分数①/%	≤	2.5	2.5	3.0
粒度(1.00～4.00mm)/%	≥	90	80	80

① 水分为推荐性要求。

表 2 料浆法粒状

项目	料浆法磷酸一铵			料浆法磷酸二铵		
	优等品 11-47-0	一等品 11-44-0	合格品 10-42-0	优等品 16-44-0	一等品 15-42-0	合格品 14-39-0
外观	颗粒状,无机械杂质					
总养分($N+P_2O_5$)的质量分数/% ≥	58.0	55.0	52.0	60.0	57.0	53.0
总氮(N)的质量分数/% ≥	10.0	10.0	9.0	15.0	14.0	13.0
有效磷(P_2O_5)的质量分数/% ≥	46.0	43.0	41.0	43.0	41.0	38.0
水溶性磷占有效磷百分数/% ≥	80	75	70	80	75	70
水分(H_2O)的质量分数①/% ≤	2.5	2.5	3.0	2.5	2.5	3.0
粒度(1.00～4.00mm)/% ≥	90	80	80	90	80	80

① 水分为推荐性要求。

表 3 粉状

项目	传统法		料浆法		
	优等品 9-49-0	一等品 8-47-0	优等品 11-47-0	一等品 11-44-0	合格品 10-42-0
外观	粉末状,无明显结块现象,无机械杂质				
总养分($N+P_2O_5$)的质量分数/% ≥	58.0	55.0	58.0	55.0	52.0
总氮(N)的质量分数/% ≥	8.0	7.0	10.0	10.0	9.0
有效磷(P_2O_5)的质量分数/% ≥	48.0	46.0	46.0	43.0	41.0
水溶性磷占有效磷百分数/% ≥	80	75	80	75	70
水分(H_2O)的质量分数①/% ≤	3.0	4.0	3.0	4.0	5.0

① 水分为推荐性要求。

【用途】 是高效氮磷复合肥料。可用作木材、纸张、织物的阻燃剂，纤维加工和染料工业的分散剂，搪瓷用釉药，防火涂料的配合剂，火柴梗和蜡烛芯的灭烬剂，干粉灭火剂。还用于印刷制版和医药制造。

【制法】

(1) 中和法 先稀释磷酸至50%～55%，经计量后的稀磷酸加入带有搅拌和夹套的搪瓷反应罐中，在搅拌下，由圆管氨分布器缓慢通入氨气进行中和反应。待中和至反应液pH值为4.2～4.6时趁热过滤，然后送入冷却结晶器，冷却至26℃左右析出结晶，分离脱水后经干燥制得磷酸二氢铵成品。其反应式如下：

$$H_3PO_4+NH_3 \longrightarrow NH_4H_2PO_4$$

分离机脱出的母液送入除铁器中加硫化铵除铁，过滤后，送至调酸罐中调整酸度至pH4.4～4.6。经精制的母液供循环使用。

(2) 复分解法 将磷酸二氢钙和硫酸铵在85～90℃进行熔化，制成低于饱和浓度的清澈溶液。先将磷酸二氢钙溶液加入反应器中，在搅拌下通入蒸汽升温至95℃以上，再缓慢加入硫酸铵溶液进行复分解反应，生成磷酸二氢铵和硫酸钙。反应终点为pH4.4～4.6。经过滤，把滤液送入蒸发器蒸发至沸点108℃，然后放入冷却结晶器，冷却至40℃以下析出结晶，经离心分离、干燥，制得磷酸二氢铵成品。其反应式如下：

$$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O+(NH_4)_2SO_4 \longrightarrow \text{本品}+CaSO_4+H_2O$$

过滤分离出的硫酸钙经水洗后制得副产品，洗液返回供化料用。

【安全性】 应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中。包装应密封、防潮。运输时要防雨淋和日晒。装卸时要小心轻拿轻放，防止包装破损。

用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋包装，每袋净重25kg、40kg、50kg。

失火时，可用水、砂土和二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 云南云天化工股份有限公司，湖北宜化肥业有限公司，湖北新洋丰肥业有限公司，瓮福（集团）有限责任公司，四川什邡川西兴达化工公司，武汉无机盐化工厂，四川龙蟒集团，贵州开磷（集团）有限责任公司，山东鲁北企业集团总公司，广西鹿寨化肥有限责任公司，湖北祥云（集团）化工股份有限公司，新都化工股份有限公司，四川蓥峰实业有限公司等。

Am040 磷酸氢二铵

【别名】 磷酸二铵

【英文名】 diammoniumhydrogen phosphate; diammonium phosphate

【结构式】 $(NH_4)_2HPO_4$

【分子量】 132.06

【物化性质】 无色透明单斜晶体或白色粉末。相对密度1.619。易溶于水，不溶于醇、丙酮、氨。加热至155℃分解，露置空气中逐渐失去氨而成磷酸二氢铵。水溶液呈碱性，1%溶液pH值为8。与氨水反应生成磷酸三铵。

【质量标准】 国家标准GB 10205—2009

表1 传统法粒状

项目		优等品 18-46-0	一等品 15-42-0	合格品 14-39-0
外观		颗粒状,无机械杂质		
总养分($N+P_2O_5$)的质量分数/%	≥	64.0	57.0	53.0
总氮(N)的质量分数/%	≥	17.0	14.0	13.0
有效磷(P_2O_5)的质量分数/%	≥	45.0	41.0	38.0
水溶性磷占有效磷百分数/%	≥	87	80	75
水分(H_2O)的质量分数①/%	≤	2.5	2.5	3.0
粒度(1.00～4.00mm)/%	≥	90	80	80

① 水分为推荐性要求。

表2 料浆法粒状

项目		料浆法磷酸一铵			料浆法磷酸二铵		
		优等品 11-47-0	一等品 11-44-0	合格品 10-42-0	优等品 16-44-0	一等品 15-42-0	合格品 14-39-0
外观		颗粒状,无机械杂质					
总养分($N+P_2O_5$)的质量分数/%	≥	58.0	55.0	52.0	60.0	57.0	53.0
总氮(N)的质量分数/%	≥	10.0	10.0	9.0	15.0	14.0	13.0
有效磷(P_2O_5)的质量分数/%	≥	46.0	43.0	41.0	43.0	41.0	38.0
水溶性磷占有效磷百分数/%	≥	80	75	70	80	75	70
水分(H_2O)的质量分数①/%	≤	2.5	2.5	3.0	2.5	2.5	3.0
粒度(1.00～4.00mm)/%	≥	90	80	80	90	80	80

① 水分为推荐性要求。

【用途】 肥料级主要用作高浓度氮磷复合肥料，工业级用于浸渍木材及织物以增加其耐久性；可作干粉灭火剂，荧光灯用的磷素；还用于印刷制版，电子管、陶瓷、搪瓷等的制造，废水生化处理；军工用作火箭发动机马达隔热材料的阻燃剂。

【制法】 用热法磷酸和液氨反应或萃取磷酸与液氨反应的中和法生产磷酸氢二铵是目前工业生产的主要方法，前者产品纯度高、工艺过程较简单；后者利用湿法萃取磷酸，成本低廉。

(1) 热法磷酸中和液氨法　将磷酸用水稀释（水∶磷酸＝1.3∶1）成稀磷酸，经计量后加入带有搅拌和夹套的搪瓷反应罐中，在搅拌下，由圆管氨气分布器通入氨气进行中和反应，待中和至反应液 pH 为 8～9 时趁热过滤，然后送入冷却结晶器，经冷却析出结晶，离心分离母液后经干燥制得磷酸氢二铵成品。其反应式如下：

$$H_3PO_4+2NH_3 \longrightarrow (NH_4)_2HPO_4$$

离心分离的母液送入除铁器中加硫化铵除铁，过滤后，滤液经浓缩，送至精调罐中，通入氨气精调 pH 至 8～9 后返回冷却结晶器。

(2) 萃取磷酸中和液氨法　萃取磷酸加入一定量的过氧化氢，使磷酸溶液中的二价铁氧化，将磷酸送入管式混合反应器中与氨气进行中和反应，经二段反应使 pH 达 8.0 左右，经板框压滤机过滤后，滤液送入精调罐中调节 pH 至 7.8～8，送入蒸发器蒸发浓缩至相对密度为 1.3，放入冷却结晶器，冷却后的结晶液经离心分离、干燥，制得磷酸氢二铵成品。其反应式如下：

$$H_3PO_4+2NH_3 \longrightarrow (NH_4)_2HPO_4$$

经板框压滤机过滤后的残渣用水洗涤，洗液和母液合并送入反应液贮罐中酸调，经过滤除去杂质再循环使用。

水洗后的残渣经干燥后含五氧化二磷 35％、氨 5％，是一种肥效较高的复合肥料。

【安全性】 用聚乙烯塑料袋包装，外套塑料编织袋，每袋净重 50kg。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中。包装要密封、防潮。运输时要防雨淋和日晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。

失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 云南云天化化工股份有限公司，湖北宜化肥业有限公司，湖北新洋丰肥业有限公司，瓮福（集团）有限责任公司，四川什邡川西兴达化工公司，武汉无机盐化工厂，四川龙蟒集团，贵州开磷（集团）有限责任公司，山东鲁北企业集团总公司，广西鹿寨化肥有限责任公司，铜陵化学集团有限公司，重庆华强化肥有限公司，湖北省黄麦岭磷化工集团公司，甘肃金昌化工（集团）有限责任公司，湖北祥云（集团）化工股份有限公司等。

Am041 磷酸二氢铝

【英文名】 aluminium dihydrogen phosphate

【结构式】 $Al(H_2PO_4)_3$

【分子量】 317.94

【物化性质】 无色无味极黏稠的液体或白色粉末。液体相对密度 d^{25} 1.44～1.47，易溶于水。本品是一种新型的无机合成材料。常温下固化，液体和固体化学结合力强，具有耐高温、抗震、抗剥落、耐高温气流冲刷、红外线吸收能力强和绝缘性能良好等特点。

【用途】 主要用于电气工业、高温窑炉、热处理电阻炉和电气绝缘。也用于石油、化工、造船及空间技术等方面。还可作为无机涂料与有机涂料配合使用。

【质量标准】 参考标准

指标名称		外观	$\omega(P_2O_5)$/%	$\omega(Al_2O_3)$/%	$\omega(Fe_2O_3)$/%	相对密度(25℃)	pH
指标	25SH	无色黏稠液体	31±1	6.5±0.5	≤1.0	1.44	1.4
	100SH	无色黏稠液体	33±1	8.5±0.5	≤0.01	1.47	1.4
	100G	白色粉末	65±2	17±1	≤0.02	—	—

【制法】 中和法：将85%磷酸1份加入夹套搪瓷反应釜内，边搅拌边加水2.5份，然后往夹套通入蒸汽加热升温至110℃左右，再缓慢加入96%氢氧化铝0.22份，保持温度在100℃以上维持1h，调节pH值和相对密度，即制得液体状磷酸二氢铝成品。如要生产粉状产品，则需进一步浓缩，通过喷雾干燥，废气经旋风分离后排空，制得粉状磷酸二氢铝成品。其反应式如下：

$$3H_3PO_4+Al(OH)_3 \longrightarrow Al(H_2PO_4)_3+3H_2O$$

【安全性】 应贮存在通风、干燥的库房中。运输时应防雨防潮。装卸时要轻拿轻放，防止撞击倒置，防止包装破损。

液体产品用聚乙烯塑料桶包装，每桶净重30kg；粉状产品用内衬聚乙烯塑料袋的聚丙烯编织袋包装，每袋净重50kg。

失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 新乡市伯马风帆实业有限公司，郑州育才磷酸盐化工厂，徐州天嘉食用化工有限公司，湖南株洲市中天磷酸盐化工有限责任公司，河南省鲁山县永兴磷化有限公司，上海业联联合化工有限公司。

Am042 无水磷酸钠

【别名】 无水磷酸三钠

【英文名】 sodium phosphate anhydrous; trisodium phosphate anhydrous

【结构式】 Na_3PO_4

【分子量】 163.97

【物化性质】 白色结晶，熔点1340℃，密度2.536g/cm³。溶于水，其水溶液呈碱性，不溶于醇，易潮解。

【质量标准】 参考标准

指标名称		$\omega(Na_3PO_4)$/%	ω(总碱度，以Na_2O计)/%	ω(总碱度,对甲基橙)/%	ω(磷酸酐，以P_2O_5计)/%	ω(水不溶物)/%
指标	工业级	≥97	≥36	≤40	≥39.5	≤0.1

【用途】 用作软水剂和洗涤剂，锅炉防垢剂，印染时的固色剂，织物的丝光增强剂，金属腐蚀阻化剂或防锈剂。搪瓷工业用作助熔剂、脱色剂，制革业中用作生皮去脂剂和脱胶剂。

【制法】 喷雾干燥法：将十二水磷酸三钠结晶加入溶解槽中加10%～15%的水，加热至85～95℃，搅拌溶解后，进行溶液净化，把精制溶液用泵送至计量槽，经喷雾器雾化，雾化器选用二流式气流喷头，在雾化蒸汽导角与水平呈30°、雾化蒸汽压力0.15～0.3MPa、进口温度650～750℃、出口温度140～170℃下进行喷雾干燥，制得无水磷酸三钠成品。

【安全性】 应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，注意防潮和避免受热。不得与潮湿物品和有毒物品共贮混运。运输时要防雨淋和烈日曝晒。装卸时轻拿轻放，防止包装破损。

用内衬聚乙烯塑料袋的聚丙烯编织袋包装，每袋净重50kg。包装上应印有“避免受热”和“防潮”等字样。

失火时，可用水、砂土、各种灭火器进行扑救。

【生产单位】 唐山市丰南区成丰技术有限公司，四川什邡市川鸿磷化工有限公司，武汉无机盐化工有限公司，云天化集团云南天创科技有限公司，郑州育才磷酸盐化工厂，徐州天嘉食用化工有限公司。

Am043 无水磷酸二氢钠

【别名】 无水磷酸一钠

【英文名】 sodium dihydrogen phosphate anhydrous; monosodium phosphate anhydrous

【结构式】 NaH_2PO_4

【分子量】 120.005

【物化性质】 白色结晶粉末，熔点 190℃。易溶于水，其水溶液呈酸性。加热至 225～250℃时分解成酸式焦磷酸钠，继续加热至 350～400℃时分解成偏磷酸钠。一水物和二水物加热至 100℃和 95℃时分别失去结晶水变成无水磷酸二氢钠，微有吸湿性。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2767—2009

项目	ω(NaH_2PO_4，以干基计)/%	ω(水不溶物)/%	ω(Fe)/%	ω(As)/%	ω(SO_4^{2-})/%	ω(Cl^-)/%	pH(10g/L溶液)	ω(F)/%	ω(干燥减量)/%
指标	≥98	≤0.2	≤0.05	≤0.01	≤0.5	≤0.40	4.2～4.6	≤0.05	2.0

项目		指标	
		二水磷酸二氢钠	无水磷酸二氢钠
磷酸二氢钠($NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$)质量分数/%	≥	98.0	
NaH_2PO_4(以干基计)质量分数/%	≥		98.0
水不溶物质量分数/%	≤	0.10	0.20
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.05	0.05
砷(As)质量分数/%	≤	0.01	0.01
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/%	≤	0.5	0.5
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/%	≤	0.40	0.40
pH(10g/L 溶液)		4.2～4.6	4.2～4.6
氟(F)质量分数/%	≤	0.05	0.05
干燥减量(NaH_2PO_4)质量分数/%	≤	—	2.0

【用途】 用作活性染料助剂，用于磷酸盐变性淀粉，配制专用复合食品磷酸盐。

【制法】 工业生产方法有磷酸氢二钠中和法和纯碱中和法。

(1) 磷酸氢二钠中和法 将十二水磷酸氢二钠按 3∶2 的配比加水溶解，经过滤除去不溶物，把滤液加入中和器，在搅拌下缓慢加入磷酸进行中和反应，控制 pH 值在 4.2～4.6，反应溶液经蒸发浓缩至形成结晶膜为止，经冷却结晶，离心分离，得二水磷酸二氢钠。然后在 100℃干燥，制得无水磷酸二氢钠成品。其反应式如下：

$$Na_2HPO_4 + H_3PO_4 \longrightarrow 2NaH_2PO_4$$

母液可返回作溶解磷酸氢二钠用。

(2) 纯碱中和法 将萃取磷酸加入中和反应器中，在搅拌下缓慢加入纯碱溶液进行中和反应，生成磷酸二氢钠，经过滤，蒸发浓缩，冷却至 60～70℃析出结晶，离心分离，得二水磷酸二氢钠。再经气流干燥，制得无水磷酸二氢钠成品。其反应式如下：

$$2H_3PO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaH_2PO_4 + H_2O + CO_2\uparrow$$

【安全性】 应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，不得堆放在露天货场。不可与潮湿物品或有毒物品共贮混运。运输过程中防雨淋和烈日曝晒，防潮和防风化。装卸时要轻拿轻放，防止包装袋破裂。

用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重 25kg 或 50kg。

失火时，可用水、干砂土、各种灭火器扑救。

【生产单位】 四川什邡市志信化工有限公司，四川什邡市川鸿磷化工有限公司，武

汉无机盐化工有限公司，四川蓝剑化工（集团）有限公司，云天化集团云南天创科技有限公司，重庆川东化工（集团）有限公司，郑州育才磷酸盐化工厂，常州市川磷化工有限公司。

Am044 二水磷酸二氢钠

【别名】 二水磷酸一钠

【英文名】 sodium dihydrogen phosphate dihydrate；monosodium phosphate dihydrate

【结构式】 $NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$

【分子量】 156.01

【物化性质】 无色或白色斜方晶系结晶。相对密度1.91，熔点60℃。易溶于水，其水溶液呈酸性；不溶于醇。在湿空气中易结块，加热至95℃时脱水成无水物，在190～204℃时转化成酸式焦磷酸钠，在204～244℃时形成偏磷酸钠。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2767—2009

项目	ω($NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$，以干基计)/%	ω(水不溶物)/%	ω(Fe)/%	ω(As)/%	ω(SO_4^{2-})/%	ω(Cl^-)/%	pH(10g/L溶液)	ω(F)/%	ω(干燥减量)/%
指标	≥98	≤0.1	≤0.05	≤0.01	≤0.5	≤0.40	4.2～4.6	≤0.05	—

项目		指标	
		二水磷酸二氢钠	无水磷酸二氢钠
磷酸二氢钠($NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$)质量分数/%	≥	98.0	
NaH_2PO_4(以干基计)质量分数/%	≥		98.0
水不溶物质量分数/%	≤	0.10	0.20
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.05	0.05
砷(As)质量分数/%	≤	0.01	0.01
硫酸盐(以SO_4^{2-}计)质量分数/%	≤	0.5	0.5
氯化物(以Cl^-计)质量分数/%	≤	0.40	0.40
pH(10g/L溶液)		4.2～4.6	4.2～4.6
氟(F)质量分数/%	≤	0.05	0.05
干燥减量(NaH_2PO_4)质量分数/%	≤	—	2.0

【用途】 用于锅炉水处理，电镀，是制造六偏磷酸钠和缩聚磷酸盐类的原料。还用于制造洗涤剂，金属洗净剂，用作染料助剂和颜料沉淀剂，云母片砌合，酸度缓冲剂，焙粉制造。

【制法】 参见无水磷酸二氢钠。

【安全性】 应贮存在阴凉、通风、干燥、清洁的库房内，不宜堆放在露天货场。运输时要防雨淋和烈日曝晒、防潮和风化。不得与潮湿物品或有毒物品、酸雾、氨气等物品共贮混运。搬运时要小心轻放，防止塑料袋破裂。

用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋包装，每袋净重50kg。

失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 新乡市伯马风帆实业有限公司，潍坊华博化工有限公司，四川什邡市川鸿磷化工有限公司，武汉无机盐化工有限公司，四川蓝剑化工（集团）有限公司，重庆川东化工（集团）有限公司，郑州育才磷酸盐化工厂，湖南株洲市中天磷酸盐化工有限责任公司，常州市川磷化工有限公司。

Am045 无水磷酸氢二钠

【别名】 无水磷酸二钠

【英文名】 sodiumhydrogen phosphate，anhydrous；disodium phosphate，anhydrous

【结构式】 Na_2HPO_4

【分子量】 141.98

【物化性质】 白色粉末、片状或粒状物。易溶于水，其水溶液呈碱性；不溶于醇，易潮解。暴露在潮湿空气中吸收水分生成二水物至七水物。

【质量标准】 参考标准

指标名称		外观	ω(NaH_2PO_4)/%	ω(灼烧失重)/%	pH(1%溶液)	ω(Cl^-)/%	ω(SO_4^{2-})/%	ω(Pb)/%	ω(As)/%	ω(微量杂质，Cl)/%	ω(水不溶物)/%
工业级	美国联邦标准 FSO-S-639(1966 年修定)	白色粉末、片状或粒状物	≥97.5	≤2.0	8.3～10.0	≤0.2	—	—	—	—	≤0.15
	日本中央硝子公司宇部工厂标准(1983 年)		≥98	≤2.0	9.0～9.4	—	≤0.038	≤0.002	≤0.00015	≤0.021	—

【用途】 用作织物、木材、纸张的阻燃剂，丝的增重剂，是制造活性染料的助剂。在焊接和铜焊中代替硼砂使用。

【制法】 喷雾干燥法：将十二水磷酸氢二钠加入溶解槽中加热溶解，添加少量工业磷酸，调节 pH 至 8.8～9.0，溶液温度 80～85℃，用泵送至计量槽，经喷雾器雾化，雾化器选用二流式汽动喷头，蒸汽压力 0.15～0.3MPa，雾化器汽流导角与水平成 30°，汽液比为（0.4～5）：1，热炉气进口温度 650～750℃。可并流干燥，也可逆流干燥。如逆流干燥，进口温度 620～650℃，出口温度 140～150℃。成品粒度 90μm 左右占 60%，水分含量<1%。制得无水磷酸氢二钠成品。

【安全性】 应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，不宜堆放在露天货场。不得与潮湿物品或有毒物品共贮混运。运输时要避免雨淋和烈日曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

用内衬聚乙烯塑料袋的聚丙烯编织袋包装，每袋净重 50kg。包装上应印有“避免受热”和“防潮”等字样。

失火时，可用水、砂土、各种灭火器扑救。

【生产单位】 什邡市志信化工有限公司，唐山市丰南区成丰技术有限公司，四川什邡市川鸿磷化工有限公司，武汉无机盐化工有限公司，湖南株洲市中天磷酸盐化工有限责任公司。

Am046 二水磷酸氢二钠

【别名】 二水磷酸二钠

【英文名】 sodiumhydrogen phosphate dihydrate；disodium phosphate dihydrate

【结构式】 $Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$

【分子量】 177.99

【物化性质】 无色斜方结晶或白色粉末。相对密度 d^{16} 2.066。溶于水，其水溶液呈碱性。加热至 95℃时失去 2 个结晶水变成无水物。

【质量标准】 参考标准

项目	外观	ω(P_2O_5)/%	ω(Na_2O)/%	静观密度/(g/cm³)	pH(1%溶液)	溶解度/(g/100g 水)	
						20℃	40℃
指标	白色结晶	39.6	34.6	1.15	9.1	9	9

【用途】 用作锅炉软水剂，用于鞣革、织物的增重剂，木材和纸张的阻燃剂，釉药和焊药。染色用媒染剂，在印染工业中用作双氧水漂白的稳定剂。是制造焦磷酸钠

和其他磷酸盐的原料，也是味精、红霉素、青霉素、链霉素和污水生化处理制品等的培养剂。它既具有十二水磷酸氢二钠的用途，又能防止在运输、贮存过程中结块。

【制法】 磷酸中和法：将纯碱加入盛有水的中和反应器中，在搅拌下缓慢加入20%～32%湿法磷酸进行中和反应，使中和液 pH＝6.5～7.0，经过滤，除去残渣（主要是磷酸铁、磷酸铝等），向滤液中加入工业磷酸调节 pH＝4.2～4.4，然后蒸发浓缩至相对密度为 1.50～1.56（48～52°Bé）时，送入冷却结晶器冷却至 25～28℃析出结晶，经离心分离，干燥，制得二水磷酸氢二钠成品。其反应式如下：

$$H_3PO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow Na_2HPO_4 + H_2O + CO_2\uparrow$$

【安全性】

应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，不宜堆放在露天货场。不得与潮湿物品、酸类、有毒物品共贮混运。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒、防潮和防风化。装卸时要轻拿轻放，防止包装袋破裂。

用内衬聚乙烯塑料袋的聚丙烯编织袋包装，每袋净重 50kg。

失火时，可用水、砂土、各种灭火器进行扑救。

【生产单位】 什邡市志信化工有限公司，武汉无机盐化工有限公司，郑州育才磷酸盐化工厂。

Am047 十二水磷酸氢二钠

【别名】 十二水磷酸二钠

【英文名】 sodium hydrogen phosphate dodecahydrate; disodium hydrogen phosphate dodecahydrate

【结构式】 $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$

【分子量】 358.14

【物化性质】 无色单斜晶系结晶或白色粉末。相对密度 1.52。溶于水，其水溶液呈弱碱性，1%水溶液的 pH 值为 8.8～9.2；不溶于醇。35.1℃时熔融并失去 5 个结晶水。在空气中易风化，常温时放置于空气中失去约 5 个结晶水而形成七水物，加热至 100℃时失去全部结晶水而成无水物，250℃时分解变成焦磷酸钠。在 34℃以下小心干燥，可得白色粉末状的二水磷酸氢二钠。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2965—2009

项目	$\omega(Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O)$/%	$\omega(SO_4^{2-})$/%	$\omega(Cl^-)$/%	ω(水不溶物)/%	ω(F)/%	ω(Fe)/%	ω(As)/%	pH(1%溶液)
指标	≥97.0	≤0.7	≤0.05	≤0.05	≤0.05	≤0.05	≤0.005	9.0±0.2

项目	指标
磷酸氢二钠(以 $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ 计)质量分数/% ≥	97.0
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/% ≤	0.7
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/% ≤	0.05
砷(As)质量分数/% ≤	0.005
氟化物(以 F^- 计)质量分数/% ≤	0.05
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.05
水不溶物质量分数/% ≤	0.05
pH 值(10g/L 溶液)	9.0±0.2

【用途】 用作锅炉软水剂，织物、木材和纸张的阻燃剂，釉药和焊药。用于生产洗涤剂，印刷版的清洗剂和染色用媒染剂。在印染工业中用作双氧水漂白的稳定剂，人造丝的填料（增强丝的强度和弹性）。是制造焦磷酸钠和其他磷酸盐的原料，也是味精、红霉素、青霉素、链霉素和污水生化处理制品等的培养剂。还用于电镀、鞣革。

【制法】

（1）热法磷酸法 将热法磷酸加入带搅拌、耐腐蚀的中和反应器中，在搅拌下缓慢加入纯碱溶液进行中和反应，使反应溶液 pH 值为 8.4～8.6，然后过滤，在滤

液中加入烧碱溶液调节 pH 值为 8.4～8.6，送到冷却结晶器冷却至 25～27℃时析出结晶，经离心分离、干燥，制得十二水磷酸氢二钠成品。其反应式如下：

$$H_3PO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow Na_2HPO_4 + H_2O + CO_2\uparrow$$

（2）萃取磷酸法　将萃取磷酸加入带搅拌、耐腐蚀的中和反应器，在搅拌下缓慢加入纯碱溶液进行中和反应，直至中和液呈微碱性（pH＝8.4～8.6），中和温度维持在 90～100℃，趁热过滤，滤液蒸发浓缩至 28～30°Bé 时，送去冷却结晶，经离心分离、室温下干燥，制得十二水磷酸氢二钠成品。其反应式如下：

$$Ca_5F(PO_4)_3 + 5H_2SO_4 + 10H_2O \longrightarrow 3H_3PO_4 + 5(CaSO_4 \cdot 2H_2O) + HF\uparrow$$

$$H_3PO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow Na_2HPO_4 + H_2O + CO_2\uparrow$$

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋、外套塑料编织袋包装，每袋净重 50kg。贮运参见磷酸二氢钠。

【生产单位】 新乡市伯马风帆实业有限公司，什邡市志信化工有限公司，青州市鑫胜化工有限公司，唐山市丰南区成丰技术有限公司，潍坊华博化工有限公司，四川什邡市川鸿磷化工有限公司，四川蓝剑化工（集团）有限公司，重庆川东化工（集团）有限公司，湖南株洲市中天磷酸盐化工有限责任公司。

Am048 十二水磷酸钠

【别名】 磷酸三钠

【英文名】 sodium phosphate dodecahydrate; trisodium phosphate dodecahydrate

【结构式】 $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$

【分子量】 380.12

【物化性质】 无色或白色结晶。相对密度 1.62（20℃），熔点 73.3～76.7℃（分解）。溶于水，其水溶液呈强碱性；不溶于乙醇、二硫化碳。加热到 100℃时失去 11 个结晶水而成一水物（$Na_3PO_4 \cdot H_2O$），再加热到 212℃以上时即变成无水磷酸三钠。在干燥空气中易风化。其水溶液对皮肤有一定的侵蚀作用。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2517—2009

项目	指标
磷酸三钠(以 $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$ 计)质量分数/% ≥	98.0
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/% ≤	0.5
氯化物(以 Cl 计)质量分数/% ≤	0.4
砷(As)质量分数/% ≤	0.005
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.01
不溶物质量分数/% ≤	0.1
pH 值(10g/L 溶液)	11.5～12.5

【用途】 在化工、纺织、印染、造纸、发电等行业中用作软水剂和洗涤剂，锅炉防垢剂，纸张染色中的软水剂，生产蜡光纸用胶黏剂的酸碱度缓冲剂，印染时的固色剂，织物的丝光增强剂，制线的防脆剂。冶金工业用作化学去油、去污，金属腐蚀阻化剂或防锈剂。搪瓷工业用作助熔剂、脱色剂。制革业中用作生皮去脂剂和脱胶剂。用作照相显影溶液中的优良促进剂。牙齿清洁剂和瓶器的洗涤剂。橡胶乳汁的凝固剂，糖汁净化剂。

【制法】

（1）萃取磷酸法　将磷矿粉与硫酸反应得到萃取磷酸，加入适量洗涤水，稀释至溶液中五氧化二磷含量为 18%～20%，加热至 85℃，在搅拌下缓慢加入相对密度为 1.26～1.32（30～35°Bé）的碳酸钠溶液进行中和反应，使 pH＝8～8.4。再添加磷酸三钠母液，使溶液中的五氧化二磷含量小于 12%。保温 15～20min，经过滤、蒸发浓缩至 24～25°Bé。加入液体烧碱，使钠/磷比达到 3.24～3.26。再经冷却结晶、离心分离、气流干燥，制得十二水磷酸三钠成品。其反应式如下：

$$Ca_5F(PO_4)_3 + 5H_2SO_4 + 10H_2O \longrightarrow$$

$$3H_3PO_4+5(CaSO_4\cdot 2H_2O)+HF$$

$$H_3PO_4+Na_2CO_3 \longrightarrow Na_2HPO_4+H_2O+CO_2\uparrow$$

$$Na_2HPO_4+NaOH \longrightarrow Na_3PO_4+H_2O$$

（2）热法磷酸法　将热法磷酸加入反应器中，在搅拌下缓慢加入液体烧碱进行中和反应，生成磷酸三钠，经冷却结晶、离心分离、干燥，制得十二水磷酸三钠成品。其反应式如下：

$$H_3PO_4+3NaOH \longrightarrow Na_3PO_4+3H_2O$$

【安全性】 贮存在阴凉、通风、干燥的库房中。贮运时要避免受潮和受热，应远离有毒物品贮存。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

用内衬聚乙烯塑料袋、外套塑料编织袋包装，每袋净重 50kg 或 25kg。包装上应有“避免受热”和“防潮”等字样。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 新乡市伯马风帆实业有限公司，什邡市志信化工有限公司，青州市鑫胜化工有限公司，湖州永旺化工科技有限公司，唐山市丰南区成丰技术有限公司，潍坊华博化工有限公司，四川什邡市川鸿磷化工有限公司，江阴澄星实业集团有限公司，武汉无机盐化工有限公司，四川蓝剑化工（集团）有限公司，云天化集团云南天创科技有限公司，重庆川东化工（集团）有限公司，郑州育才磷酸盐化工厂，常州市川磷化工有限公司。

Am049 氯化磷酸三钠

【英文名】 sodium phosphate，chlorinated

【结构式】 $(Na_3PO_4\cdot 11H_2O)\cdot NaClO$

【分子量】 436.5

【物化性质】 白色结晶或结晶性粉末，熔点 62℃，微有氯气气味。易溶于水，其水溶液呈碱性（pH＝11.7）。常温下较稳定，受热易分解。在水溶液中可直接与钙、镁及重金属离子形成不溶性磷酸盐结晶，使水软化，同时可使溶液中不溶性杂质凝聚而沉降。

【质量标准】 化工行业标准 HG 2528—2009

项目	指标	
	一等品	合格品
有效氯(以 Cl 计)质量分数/% ≥	3.2	2.8
五氧化二磷(P_2O_5)质量分数/% ≥	18.0	17.5
砷(As)质量分数/% ≤	0.001	0.003
重金属(以 Pb 计)质量分数/% ≤	0.001	0.003
pH 值(10g/L 溶液)	11.4～12.0	

【用途】 用于医疗器械的消毒处理，餐馆及家用餐具的清洗和消毒，食品厂生产设备的消毒和清洗，浴池、游泳池公用水的净化处理，饮用水的净化，废旧棉织品的清洗消毒，墨渍、血渍、汗渍、茶垢等的去除。广泛用于医院、食品加工、牛奶厂、啤酒厂、洗衣店和其他行业。

【制法】

（1）次氯酸钠法　将磷酸三钠和次氯酸钠溶液加入混合溶解器中，于 90℃ 进行混合反应约 0.5h，同时加入一些稳定剂（如碱金属脂肪酸盐），然后在 30℃ 以下进行冷却结晶、离心分离，把结晶在 35℃ 以下进行干燥，制得氯化磷酸三钠成品。其反应式如下：

$$4Na_3PO_4\cdot 12H_2O+NaClO \longrightarrow \text{本品}$$

（2）氯气法　将一定配比的磷酸和氢氧化钠溶液进行一段中和反应。同时将氯气通入氢氧化钠溶液中进行氯化反应生成次氯酸钠。然后再将一段中和反应中生成的磷酸三钠溶液与次氯酸钠溶液进行二段中和反应，把生成的液体物料在 30℃ 以下低温进行冷却结晶、离心分离，把结晶在 35℃ 以下进行干燥，制得氯化磷酸三钠成品。其反应式如下：

$$H_3PO_4+3NaOH \longrightarrow Na_3PO_4+3H_2O$$

$$2NaOH+Cl_2 \longrightarrow NaClO+NaCl+H_2O$$

$$4Na_3PO_4\cdot 12H_2O+NaClO \longrightarrow \text{本品}$$

【安全性】 小包装：用聚乙烯塑料袋包装，每袋净重 0.5kg 或 0.25kg 或 0.05kg，用双瓦楞纸箱包装，每箱净重 20kg。大包装：用内衬聚乙烯塑料袋、外套聚丙烯编织袋包装，每袋净重 25kg 或 50kg。贮运参见食用磷酸三钠。

从出厂之日起 6 个月内，有效氯含量损失率不应大于 5%。

【生产单位】 连云港东泰食品配料有限公司，成都好来化工有限公司，什邡长江化工实业有限公司。

Am050 单氟磷酸钠

【英文名】 sodium monofluorophosphate

【结构式】 $Na_2PO_3 \cdot F$

【分子量】 143.95

【物化性质】 白色结晶或粉末，熔点 625℃。饱和水溶液在 25℃含单氟磷酸钠盐 42%。2%稀溶液的 pH 值为 6.5～8。十水物（$Na_2PO_3F \cdot 10H_2O$）可从 0℃水溶液中结晶获得，结晶水若用加热方式除去，将导致水解。用乙醇或其他有机溶剂多次萃取可得无水单氟磷酸钠。

【质量标准】 化工行业标准 GB 24567—2009

项目		指标
单氟磷酸钠(以 Na_2PO_3F 计)质量分数/%	≥	95.0
结合氟(以 F 计)质量分数/%	≥	12.54
游离氟(以 F 计)质量分数/%	≤	0.68
总氟(以 F 计)质量分数/%	≥	13.0
砷(As)质量分数/%	≤	0.0002
重金属(以 Pb 计)质量分数/%	≤	0.002
铅(Pb)质量分数/%	≤	0.0002
水不溶物质量分数/%	≤	0.15
pH 值(20g/L 溶液)		6.5～8.0
干燥失量质量分数/%	≤	0.2

【用途】 用作防龋剂、牙齿脱敏剂，在牙膏配方中，一般占 0.7%～0.76%，目前国外已基本取代了氟化钠，并在与氟化亚锡的竞争中取得了优势。也用于清洁金属表面和作熔剂，还用于制造特种玻璃。也用于杀菌剂、防腐剂。

【制法】 熔融连续法：将理论量的氟化钠和六偏磷酸钠充分混合均匀，连续加入石墨衬里的反应器中，加热熔融，不断流出的物料经冷却（风冷）制得单氟磷酸钠成品。其反应式如下：

$$6NaF+(NaPO_3)_6 \longrightarrow 6(Na_2PO_3 \cdot F)$$

【安全性】 应贮存在阴凉、通风、干燥、清洁、无毒的库房内。用密闭的容器包装，不得与酸类物质混贮。运输时要防雨淋，不得与有毒有害物品混运。装卸时要小心轻放，防止包装破损。符合本标准条件下，保质期为一年。

用内衬聚乙烯塑料袋的纸板桶包装，每桶净重 5kg 或 25kg。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

毒性及防护：本产品的 LD_{50}（口试，鼠）为 570mg/kg，偶然摄入未经稀释的粉剂会引起痉挛和昏迷。吸入或与眼睛、皮肤接触会引起刺激，皮肤长时间与其接触会导致大量吸入此物质。为了防止长期吸入此物质，要严格控制大气中的粉尘含量，并定期检验在有此粉尘环境下工作人员的尿液。工作时一定要戴手套、面罩、防护眼镜，以防粉尘接触眼睛和皮肤。眼睛、口腔、皮肤沾染粉尘时，要立即用大量水冲洗，严重时要立即请医生诊治。

【生产单位】 核工业理化工程研究院华核新技术开发公司，无锡市瑞源化工有限公司，天津开发区信达化工技术发展有限公司，云南江磷集团，天津长芦华信化工股份有限公司，无锡天致化工有限公司，湖北兴发化工集团股份有限公司。

Am051 磷酸氢镁

【英文名】 magnesiumhydrogen phosphate

【结构式】 $MgHPO_4 \cdot 3H_2O$

【分子量】 174.33

【物化性质】 白色斜方晶系板状或针状结晶或白色粉末。相对密度2.123。微溶于冷水，溶于酸。205℃时失去1个结晶水，加热至550～650℃时分解成焦磷酸盐。

【质量标准】 参考标准

指标名称		FCC-IV
ω(P_2O_5)/%	≥	96.0
ω(As)/%	≤	0.0003
ω(Cl)/%	≤	0.001
ω(重金属,以Pb计)/%	≤	0.0015
ω(Pb)/%	≤	0.0002
灼烧失重/%		29～36

【用途】 用作塑料稳定剂，化肥碳酸氢铵的稳定剂，牙科研磨剂。是制造治疗风湿性关节炎药物的原料。

【制法】 氧化镁法：将热法磷酸加入反应器中，在搅拌下缓慢加入氧化镁进行中和反应，控制pH值在5左右，过滤，滤液经冷却结晶，控制结晶温度在36℃以上，再经离心脱水、干燥，制得三水磷酸氢镁成品。其反应式如下：

$$H_3PO_4+MgO+2H_2O \longrightarrow MgHPO_4 \cdot 3H_2O$$

【安全性】 应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，防止受潮、受热。应与有毒物品隔离存放。不可与酸类物品共贮混运。装卸时要小心轻放，防止包装破损。

装于广口玻璃瓶中，每瓶净重0.5kg，外用木箱或纸箱包装。

失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 湖北七八九化工有限公司，沈阳金天源化工有限公司，连云港市正荣食品添加剂厂，连云港科信化工有限公司。

Am052 磷酸二氢镁

【英文名】 magnesium dihydrogen phosphate

【结构式】 $MgH_4(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$

【分子量】 252.58

【物化性质】 白色结晶粉末，有吸湿性。相对密度1.56（20℃），加热则分解成偏磷酸盐。溶于水和酸，不溶于醇。

【质量标准】 参考标准

指标名称		企业标准
ω(P_2O_5)/%	≥	36.0
ω(MgO)/%	≥	14
ω(Pb)/%	≤	0.0002
ω(As)/%	≤	0.0003
ω(重金属,以Pb计)/%	≤	0.0015

【用途】 医药上用于制造治疗风湿性关节炎的药品，塑料工业用作塑料制品的稳定剂，也用作阻燃材料。

【制法】 中和法：将氧化镁和无离子水加入反应器中，在搅拌下加入磷酸进行中和反应，经过滤、浓缩、冷却结晶、离心分离、干燥，制得磷酸二氢镁成品。其反应式如下：

$$2H_3PO_4+MgO+H_2O \longrightarrow MgH_4(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$$

【安全性】 应贮存在阴凉、干燥的库房内。包装要密封、防潮。勿与酸类物品和有毒物品共贮混运。运输时要防雨淋和烈日曝晒。装卸时小心轻放，防止包装破损。

装于广口玻璃瓶中，每瓶净重0.5kg或1kg。外用木箱或纸箱包装。

失火时，可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 上海业联联合化工有限公司，连云港东泰食品配料有限公司，郑州佰胜化工产品有限公司，北京化工厂。

Am053 磷酸二氢钾

【别名】 磷酸一钾

【英文名】 potassium dihydrogen phosphate; monopotassium phosphate

【结构式】 KH_2PO_4

【分子量】 136.09

【物化性质】 无色四方晶体或白色结晶性粉末。相对密度2.338，熔点252.6℃。

溶于水（90℃时为 83.5g/100 mL 水），水溶液呈酸性，1%磷酸二氢钾溶液的 pH 值为 4.6，不溶于醇。有潮解性，加热至 400℃时熔化而成透明的液体，冷却后固化为不透明的玻璃状偏磷酸钾。

【质量标准】 行业标准 HG/T 4511—2013

项目	指标		
	优等品	一等品	合格品
磷酸二氢钾(KH_2PO_4)(以干基计)质量分数/% ≥	99.0	98.0	97.0
氧化钾(K_2O)(以干基计)质量分数/% ≥	34.0	33.5	33.0
水分质量分数/% ≤	0.5	1.0	2.0
氯化物(以 Cl 计)质量分数/% ≤	0.05	0.2	
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.003	0.008	
砷(As)质量分数/% ≤	0.005	0.015	0.015
重金属(以 Pb 计)质量分数/% ≤	0.005	0.008	0.008
水不溶物质量分数/% ≤	0.1	0.2	0.5
pH(30g/L 溶液)	4.3～4.7		

【用途】 用作高效磷钾复合肥料，适用于各种土壤和作物。也用作细菌培养剂，合成清酒的调味剂，制偏磷酸钾的原料。医药上用于使尿酸化，作营养剂。

【制法】

（1）苛性钾法 将除铁的苛性钾溶液（约 30%KOH）加入带有搅拌和蒸汽夹套的搪瓷反应釜中，在搅拌下缓慢加入适量的磷酸（稀释成 50% H_3PO_4）进行中和反应，维持反应温度在 85～100℃，控制 pH 值为 4.2～4.6，反应终点溶液相对密度为 1.32～1.33。经蒸发浓缩至相对密度为 1.38～1.42 时送到结晶工序，冷却至 36℃以下析出结晶，再经分离脱水、洗涤、干燥，制得磷酸二氢钾。其反应式如下：

$$KOH+H_3PO_4 \longrightarrow KH_2PO_4+H_2O$$

（2）氯化钾法 将 95%氯化钾溶于 70～80℃热水中，调成接近于饱和的溶液，与 75%磷酸按 KCl ∶ H_3PO_4 ＝1 ∶ 1.2 的配比加入反应器中，于 150～170℃进行中和反应，生成磷酸二氢钾和氯化氢。氯化氢经冷却回收成盐酸。反应液加入稀氢氧化钾溶液进行中和，终点控制 pH 为 4.4～4.6，经蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离、适当水洗，再经干燥制得磷酸二氢钾成品。其反应式如下：

$$H_3PO_4+KCl \longrightarrow KH_2PO_4+HCl\uparrow$$

母液中含有大量的磷酸二氢钾、氯化钾和游离酸，返回流程配料使用。

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋包装，外套塑料编织袋或麻袋，每袋净重 50kg。农用品用小塑料袋包装，每小袋净重 2kg；10 小袋装入纸箱，净重 20kg。

应贮存在通风、干燥、阴凉的库房内。包装要密封、防潮。运输中要防雨淋和日光曝晒。不可与有毒物品共贮混运。装卸时小心轻放，防止包装破损。

失火时，可用水、砂土、各种灭火器扑救。

【生产单位】 四川蓝剑化工（集团）有限公司，新乡市伯马风帆实业有限公司，什邡市志信化工有限公司，青州市鑫胜化工有限公司，潍坊华博化工有限公司，四川什邡市川鸿磷化工有限公司，武汉无机盐化工有限公司，重庆川东化工（集团）有限公司，郑州育才磷酸盐化工厂，湖南株洲市中天磷酸盐化工有限责任公司，河南省鲁山县永兴磷化有限公司，常州市川磷化工有限公司。

Am054 磷酸氢二钾

【别名】 磷酸二钾

【英文名】 potassium hydroen phosphate; dipotassium hydrogen phosphate

【结构式】 $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$

【分子量】 228.22

【物化性质】 白色结晶或无定形粉末。易溶于水，水溶液呈微碱性，微溶于醇，有

吸湿性。

【质量标准】 行业标准 HG/T 4510—2013

项目		指标
磷酸氢二钾(K_2HPO_4)质量分数/%	≥	98.0
磷酸氢二钾(以 P_2O_5 计)质量分数/%	≥	30.5
氧化钾(K_2O)质量分数/%	≥	40.0
水不溶物质量分数/%	≤	0.02
氯化物(以 Cl 计)质量分数/%	≤	0.05
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.003
砷(As)质量分数/%	≤	0.01
重金属(以 Pb 计)质量分数/%	≤	0.005
pH(10g/L 溶液)		9.0～9.4

【用途】 用于锅炉水处理。医药和发酵工业用作磷、钾调节剂，细菌培养基。是制造焦磷酸钾的原料。可用作液体肥料，乙二醇防冻剂的缓蚀剂。饲料级用作饲料营养补充剂。

【制法】 中和法：将固体苛性钾配成30%水溶液，经澄清、过滤除去杂质，计量后加入耐腐蚀反应罐中，在搅拌下缓慢加入适量的50%磷酸溶液，在90～100℃下进行中和反应，反应终点控制 pH 在8.5～9.0（用酚酞作指示剂刚显红色为止）。加热至120～124℃进行浓缩，至溶液浓度达到要求范围后过滤除去不溶物。澄清滤液经冷却至20℃以下析出结晶，再经离心分离，稍加风干，制得磷酸氢二钾成品。其反应式如下：

$$H_3PO_4 + 2KOH \longrightarrow K_2HPO_4 + 2H_2O$$

母液经过滤后返回流程使用。

【安全性】 固体产品用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重50kg；液体产品用聚乙烯塑料桶包装，每桶净重40kg。贮运参见磷酸二氢钾。

【生产单位】 青州市鑫胜化工有限公司，唐山市丰南区成丰技术有限公司，潍坊华博化工有限公司，四川什邡市川鸿磷化工有限公司，武汉无机盐化工有限公司，四川蓝剑化工（集团）有限公司，河南省鲁山县永兴磷化有限公司，常州市川磷化工有限公司。

Am055 磷酸二氢锌

【英文名】 zinc dihydrogen phosphate

【结构式】 $Zn(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$

【分子量】 295.39

【物化性质】 白色三斜晶体或白色凝固状物。熔点低，在100℃时开始分解。溶于水而分解，溶于盐酸和碱。有腐蚀性、潮解性，常温下在空气中稳定。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2833—2009

指标名称		ω(磷酸及磷酸盐，以 P_2O_5 计)/%	ω(Zn)/%	ω(游离酸，以 H_3PO_4 计)/%	ω(SO_4^{2-})/%	ω(Pb)/%	ω(As)/%
指标(工业级)	优等品	≥47.5	≥20.5	≤3.0	≤0.01	≤0.01	≤0.005
	一等品	≥46.0	≥19.5	≤5.0	≤0.05	≤0.02	≤0.01

【用途】 电镀工业中用作黑色金属制件的防腐处理，其性能优于磷酸二氢锰。也用作金属表面的防锈磷化处理剂。陶瓷工业中用作着色剂，玻璃工业中用作澄清剂。

【制法】 氧化锌法：将磷酸加入反应器中，在搅拌下加入氧化锌于100～120℃进行反应，生成磷酸二氢锌，在130℃进行浓缩，经冷却结晶，离心分离，制得磷酸二氢锌成品。其反应式如下：

$$2H_3PO_4 + ZnO \longrightarrow Zn(H_2PO_4)_2 + H_2O$$

【安全性】 用内衬两层聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重50kg；或用内衬两层聚乙烯塑料袋的木桶包装，每桶净重40kg。

应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，包装必须密封、防潮，远离热源和火种。运输时要防雨淋和烈日曝晒，防高

温。装卸时要小心轻放，防止包装破损。

失火时，可用水、砂土和二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 武汉无机盐化工有限公司，河南省鲁山县永兴磷化有限公司，湖北七八九化工有限公司，山东省济宁市红光化工厂。

Am056 焦磷酸铜

【英文名】 cupric pyrophosphate

【结构式】 $Cu_2P_2O_7$

【分子量】 301

【物化性质】 淡绿色粉末。溶于酸，不溶于水。可与焦磷酸钾起络合反应，形成水溶性的焦磷酸铜钾络盐。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 3593—2009

项目	指标	
	优等品	一等品
焦磷酸铜($Cu_2P_2O_7\cdot4H_2O$)质量分数/% ≥	99.8	96.9
铜(Cu)质量分数/% ≥	34.0	33.0
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.0050	0.010
酸不溶物质量分数/% ≤	0.10	
在焦磷酸钾溶液中的溶解度质量分数/% ≥	99.9	
铅(Pb)质量分数/% ≤	0.0005	0.0010
赫尔槽试验(在D_k≥10A/dm^{2}下电镀)	合格	
硫酸盐(以SO_4^{2-}计)质量分数/% ≤	0.5	—
砷(As)质量分数/% ≤	0.0003	—

【用途】 主要用于无氰电镀，是供给镀液中铜离子的主盐。适用于装饰性保护层的铜底层和要求渗碳零件的局部防渗碳涂层。

【制法】 复分解法：将硫酸铜和无水焦磷酸钠分别制成一定浓度的溶液，经过滤净化后，把硫酸铜溶液加入反应器中，在搅拌下将规定量的无水焦磷酸钠溶液滴加进行复分解反应，生成焦磷酸铜，控制 pH 值在 5～5.5，过滤，用水漂洗，离心分离，干燥，制得焦磷酸铜成品。其反应式如下：

$$Na_4P_2O_7+2CuSO_4\longrightarrow Cu_2P_2O_7+2Na_2SO_4$$

【安全性】 内衬聚乙烯塑料袋，外套塑料编织袋包装，每袋净重 25kg、50kg。

应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。包装密封，防潮，不可与酸类物品共贮混运。运输时要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。

失火时，可用水、泡沫灭火器或二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 重庆川东化工（集团）有限公司，常州市川磷化工有限公司，杭州同和化工有限公司，江苏骏佳化学有限公司，镇江黄墟化工厂，浙江勿忘农生物科技有限公司。

Am057 焦磷酸钾

【英文名】 potassium pyrophosphate

【结构式】 $K_4P_2O_7$

【分子量】 330.35

【物化性质】 白色粉末或块状。相对密度 2.534，熔点 1109℃。溶于水，不溶于乙醇，水溶液呈碱性。25℃时 100g 水中的溶解度为 187g。浓度为 1%的水溶液 pH＝10.2。焦磷酸钾具有其他缩合磷酸盐的所有性质。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 3591—2009

项目	优等品	一等品
焦磷酸钾($K_4P_2O_7$)质量分数/% ≥	98	98
干燥减量质量分数/% ≤	1.0	—
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.005	0.010
水不溶物质量分数/% ≤	0.10	
pH 值	10.5±0.5	
铅(Pb)质量分数/% ≤	0.0005	0.0010

续表

项目	优等品	一等品
赫尔槽实验(在D_K≥10A/dm^2下电镀)	合格	
砷(As)质量分数/% ≤	0.0003	—
络合能力	通过试验	—

【用途】 主要用于无氰电镀，代替氰化钠作为电镀的络合剂。也用作电镀的前处理剂和焦磷酸电镀液。配制衣料用洗涤剂组分、金属表面清洗剂和瓶子洗净剂组分、各种清洁剂的添加剂。用作陶瓷工业的黏土分散剂，颜料和染料的分散剂和缓冲剂。漂染工业用于除去水中的少量三价铁离子，提高漂染质量。

【制法】 中和煅烧法：将配料比按1mol磷酸与2mol氢氧化钾的比例用量，首先将30%磷酸加入中和器，在搅拌下缓慢地加入氢氧化钾溶液进行中和反应，控制pH值在8.4为宜，将反应后的溶液加热，并加入活性炭脱色，经过滤除去不溶物，再经蒸发浓缩，然后冷却结晶，离心分离，得到磷酸氢二钾($K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$)，加热至120～130℃脱去结晶水，变成无水磷酸氢二钾，把它在500～600℃高温下进行煅烧聚合2～3h，经冷却，制得焦磷酸钾成品。其反应式如下：

$$H_3PO_4 + 2KOH \longrightarrow K_2HPO_4 + 2H_2O$$

$$2K_2HPO_4 \xrightarrow{\triangle} K_4P_2O_7 + H_2O$$

制得成品焦磷酸钾与0.1mol/L硝酸银溶液反应时，以没有正磷酸银黄色出现为合格。

【安全性】 内衬两层聚乙烯塑料袋，袋口焊封，外套聚丙烯编织袋包装，每袋净重25kg。

应贮存在通风、干燥的库房内，不可与酸类物品共贮混运。运输时要使用带篷的车或有遮盖物的车运输，防雨淋和烈日曝晒，防潮。装卸时要小心轻放，防止包装破损。本产品的贮存期从出厂之日起有效期为6个月。

失火时，可用水、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 什邡市志信化工有限公司，湖州永旺化工科技有限公司，江阴澄星实业集团有限公司，四川蓝剑化工（集团）有限公司，河南省鲁山县永兴磷化有限公司，常州市川磷化工有限公司，连云港东泰食品配料有限公司，什邡市长江化工实业有限公司，连云港科信化工有限公司，杭州同和化工有限公司。

Am058 无水焦磷酸钠

【英文名】 sodium pyrophosphate，anhydrous

【结构式】 $Na_4P_2O_7$

【分子量】 265.90

【物化性质】 白色结晶粉末。相对密度2.534，熔点880℃。易溶于水，20℃时100g水中的溶解度为6.23g，其水溶液呈碱性；不溶于醇。水溶液在70℃以下尚稳定，煮沸则水解成磷酸氢二钠。与碱土金属离子能生成络合物；与Ag^+相遇时生成白色的焦磷酸银。在空气中易吸收水分而潮解。

【质量标准】

1. 化工行业标准HG/T 2968—2009

指标名称		ω(无水焦磷酸钠,$Na_4P_2O_7$)/%	ω(水不溶物)/%	pH(1%水溶液)	ω(正磷酸盐)/%
指标(工业级)	优等品	≥97.5	≤0.20	9.9～10.7	通过试验
	一等品	≥96.5	≤0.20	9.9～10.7	
	合格品	≥95.5	≤0.20	9.9～10.7	

2. 美国联邦标准 FSO S—3776

指标名称	ω(无水焦磷酸钠, $Na_4P_2O_7$)/%	ω(水不溶物)/%	ω(灼烧失重)/%	ω(Fe)/%	ω(通过 16 号筛粒子)/%
指标	≥98.0	≤0.2	≤0.5	≤0.07	≥99

【用途】 用作电镀液中铜的络合剂，机械加工中用作除锈剂。与保险粉配制漂毛助剂，羊毛脱脂剂，植物纤维漂白、印染和精漂时的助剂。用于合成洗涤剂作助洗剂。在生产牙膏用磷酸氢钙时加入适量的焦磷酸钠使形成胶体，起稳定作用。化工生产中用作分散剂和乳化剂。水处理中作软水剂，锅炉除垢剂，是生产其他焦磷酸盐的原料。

【制法】

（1）干燥聚合两步法　将纯碱加入中和器，在搅拌下加热溶解，加入磷酸进行中和反应生成磷酸氢二钠。控制反应终点 pH 为 8.2～8.6，反应后溶液的浓度须不低于 40°Bé（相对密度 1.383）。进行脱色过滤。将磷酸氢二钠溶液浓缩到 48°Bé（相对密度 1.498）。送到刮片机制成无水磷酸氢二钠薄片。将磷酸氢二钠薄片送到箱式聚合炉中加热聚合，控制物料温度在 160～240℃之间。聚合完全的焦磷酸钠经冷却后粉碎，一般粒度≤250μm，制得无水焦磷酸钠成品。

在两步法生产无水焦磷酸钠的工艺中，可以将磷酸氢二钠的干燥设备改为喷雾干燥塔，将聚合设备改为回转聚合炉，则更适合于大规模的连续化生产。其反应式如下：

$$H_3PO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow Na_2HPO_4 + H_2O + CO_2\uparrow$$

$$2Na_2HPO_4 \xrightarrow{\triangle} Na_4P_2O_7 + H_2O$$

（2）干燥聚合一步法　用高温气体从沸腾聚合炉的下部通入，通过筛板进入炉腔的固定料层，料层由干燥后初步煅烧聚合的磷酸氢二钠固体颗粒组成。物料在此进一步加热聚合，生成焦磷酸钠成品，连续地从筛板上部出料口排出。加热气体继续上行，通过炉腔的沸腾层，被初步干燥的磷酸氢二钠与还未干燥的磷酸氢二钠在此上下浮动，发生混合、干燥、聚合等几个过程，制得无水焦磷酸钠成品。

尾气夹带部分小粒固体物料从炉顶排出，尾气经旋风分离器处理，收集下部分固体物料，返回沸腾层。其反应式如下：

$$Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O \xrightarrow{\triangle} Na_2HPO_4 + 2H_2O$$

$$2Na_2HPO_4 \xrightarrow{\triangle} Na_4P_2O_7 + H_2O$$

【安全性】 外用聚丙烯编织袋包装，内包装分为两层聚乙烯塑料袋加一两牛皮纸或两层聚乙烯塑料袋两种形式。塑料袋为焊封袋口，牛皮纸袋为缝合封口。每袋净重 25kg 或 50kg。

应贮存在通风、干燥的库房内，不可露天堆放，注意防潮。使用带篷的车或有遮盖物的车运输，防烈日曝晒和雨淋。不可与有毒有害物品共贮混运。装卸时要轻拿轻放，防止包装破裂造成失重现象。本产品的贮存期从出厂之日起有效期为 1 年。

失火时，可用水、泡沫灭火器或二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 新乡市伯马风帆实业有限公司，什邡市志信化工有限公司，湖州永旺化工科技有限公司，四川什邡市川鸿磷化工有限公司，江阴澄星实业集团有限公司，武汉无机盐化工有限公司，四川蓝剑化工（集团）有限公司，重庆川东化工（集团）有限公司，郑州育才磷酸盐化工厂，常州市川磷化工有限公司，吴江市曙光化工有限公司，镇江黄墟化工厂。

Am059 结晶焦磷酸钠

【英文名】 sodium pyrophosphate，crystalline

【结构式】 $Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$

【分子量】 446.06

【物化性质】 无色单斜结晶或白色结晶或白色结晶性粉末。相对密度 1.824，熔点 880℃。溶于水，不溶于醇。其水溶液呈碱性（1%的水溶液 pH 值为 10～10.2），在干燥空气中易风化，加热至 100℃时失去结晶水。水溶液加热煮沸则成磷酸氢二钠。具有较强的 pH 缓冲性，对金属离子有一定的螯合作用。有吸湿性，需密封保存。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2968—2009

指标名称	外观	ω(结晶焦磷酸钠，$Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$)/%	ω(水不溶物)/%	pH(1%水溶液)	ω(正磷酸盐)/%
指标	白色粉末或结晶	≥98.0	≤0.10	9.9～10.7	通过试验

【用途】 用作软水剂，锅炉除垢剂，金属离子螯合剂，分散剂，印染和精漂时的助剂，合成洗涤剂的添加剂，油井泥浆的调节剂，用作电镀液中铜的络合剂。

【制法】 无水焦磷酸钠法：先将磷酸和纯碱进行中和反应生成磷酸氢二钠，经喷雾干燥，再经熔融聚合反应，冷却，得到无水焦磷酸钠。将无水焦磷酸钠加入溶解槽中加水于 65～75℃进行溶解，控制溶液相对密度在 1.152～1.170（19～21°Bé）。用静止的自流式过滤器过滤，滤液送至冷却结晶器进行冷却结晶、离心分离，制得结晶焦磷酸钠成品。其反应式如下：

$$H_3PO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow Na_2HPO_4 + H_2O + CO_2\uparrow$$

$$2Na_2HPO_4 \xrightarrow{\triangle} Na_4P_2O_7 + H_2O$$

$$Na_4P_2O_7 + 10H_2O \longrightarrow Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$$

【安全性】 内衬两层聚乙烯塑料袋，外套聚丙烯塑料编织袋或麻袋包装，每袋净重 25kg 或 50kg。

应贮存在通风、干燥的库房内，不可露天堆放。包装必须密封，运输时防烈日曝晒和雨淋，避免受潮。不可与有毒有害物品共贮混运。装卸时小心轻放，防止包装破裂造成受潮和失重。本品的贮存期从出厂之日起，有效期为 1 年。

失火时，可用水、泡沫灭火器和二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 湖州永旺化工科技有限公司，重庆川东化工（集团）有限公司，常州市川磷化工有限公司，吴江市曙光化工有限公司。

Am060 焦磷酸亚锡

【英文名】 stannous pyrophosphate

【结构式】 $Sn_2P_2O_7$

【分子量】 411.32

【物化性质】 白色结晶或无定形粉末，相对密度 4.009（16.4℃）。不溶于水，溶于浓酸。

【质量标准】 参考标准

项目		指标
外观		白色粉末或颗粒
纯度($Sn_2P_2O_7$)/%	≥	99
锡含量(Sn)/%	≥	57
铁(Fe)/%	≤	0.005
砷(As)/%	≤	0.001
铅(Pb)/%	≤	0.002
重金属(以铅计)/%	≤	0.005
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤	0.5
酸不溶物%	≤	0.1

【用途】 主要用于无氰电镀的镀锡。用作牙膏的填充剂，在牙膏中微有离解，对于防止牙病有一定作用。印染工业用于染色，陶瓷工业用于精制陶土。在涂料工业中适当加入可缓解油漆填料在油漆中的沉降速度，改善油漆性能。

【制法】 复分解法：先将氯化亚锡和焦磷

酸钠分别溶解于水中，加入适量活性炭进行脱色、过滤，得到清净溶液。然后将两种溶液分别加水调整到一定浓度。先将焦磷酸钠溶液加入反应器中，在搅拌下缓慢地加入氯化亚锡溶液进行复分解反应。控制反应终点，不使氯化亚锡过量。生成焦磷酸锡沉淀，经静置，抽去上层清液，加水并在搅拌下洗涤，再静置沉淀，抽去上层清液，反复进行数次，把大部分氯化钠洗除。然后把沉淀物放入离心分离机脱水，并用清水洗涤至无氯离子，干燥，制得焦磷酸锡成品。其反应式如下：

$$Na_4P_2O_7 + 2SnCl_2 \longrightarrow Sn_2P_2O_7 + 4NaCl$$

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重 50kg。

应贮存在通风、干燥的库房内。容器必须密封，不可与酸类共贮混运。运输时防雨淋受潮和烈日曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 杭州同和化工有限公司，浙江勿忘农生物科技有限公司，赣州奥润吉新材料有限公司。

Am061 聚磷酸铵

【英文名】 ammonium polyphosphate

【结构式】 $(NH_4)_{n+2}P_nO_{3n+1}$

【物化性质】 聚磷酸铵按其聚合度大小，可分为低聚、中聚、高聚三种。聚合度愈大，水溶性愈小。按其结构可分为结晶形和无定形型。结晶态聚磷酸铵为水不溶性和长链状聚磷酸盐。有Ⅰ到Ⅴ型五种变体。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2770—2008

续表

项目	Ⅰ类		Ⅱ类
	一等品	合格品	
五氧化二磷(P_2O_5)/% ⩾	69.0	68.0	71.0
氮(N)/% ⩾	14.0	13.0	14.0
平均聚合度 ⩾	50	30	1000
pH(100g/L 溶液)	5.0～7.0	5.0～7.0	5.5～7.5
粒度(通过 45μm 试验筛)/% ⩾	90	90	
D_{50}/μm ⩽			20
溶解度/(g/100mL H_2O) ⩽	—	—	0.5
水分质量分数/% ⩽	—	—	0.25
堆积密度/(g/mL)	—	—	0.5～0.7

【用途】 作为阻燃剂用于阻燃纤维、木材、塑料、防火涂料等，可作肥料用。

【制法】 沸腾床法：床层用电阻丝加热至 220～250℃。将 1050 份尿素和 1000 份 85%磷酸在带有蒸汽夹套和搅拌的槽内熔融，然后以每小时 120 份的速度加入床层上部。气体（主含氨及二氧化碳）经旋风分离器、布袋过滤器再返回床层下部，回收的粉料返回床层。制得的产品基本上为水不溶性的Ⅱ型结晶聚磷酸铵。产品由床层卸出冷却至室温。经粉碎至需要的粒度，制得聚磷酸铵成品。其反应式如下：

$$nH_3PO_4 + (n-1)(NH_2)_2CO \longrightarrow (NH_4)_{n+2}P_nO_{3n+1} + (n-4)NH_3 + (n-1)CO_2$$

【安全性】 内衬聚乙烯塑料袋，外套塑料编织袋包装，每袋净重 50kg。

应贮存在通风、干燥的库房内，不可露天堆放。运输时要防烈日曝晒和雨淋，避免受潮。装卸时小心轻放，防止包装破裂受潮和造成损失。

失火时，可用水、泡沫灭火器或二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 四川广汉雅和化工有限公司，浙江化工科技集团有限公司精细化工厂，湖北七八九化工有限公司，四川什邡市川鸿磷化工有限公司，淄博赛达阻燃新材料有限公司，潍坊门捷化工有限公司，

云天化集团云南天耀化工有限公司，湖北柳树沟矿业集团。

Am062 三聚磷酸钠

【别名】 磷酸五钠

【英文名】 sodium tripolyphosphate

【结构式】 $Na_5P_3O_{10}$

【分子量】 367.86

【物化性质】 白色粉末。表观密度 0.35～0.90g/cm^3，熔点 622℃。易溶于水，其水溶液呈碱性，1%水溶液的 pH 值为 9.7。

有两种结晶形态，即 $Na_5P_3O_{10}$ Ⅰ型（α型，高温型）和 $Na_5P_3O_{10}$－Ⅱ型（β型，低温型）。两种构型的化学性质相同，均可得到相同的水溶液及结晶水合物。其区别在于热稳定性不同、溶解度不同。Ⅰ型较Ⅱ型稳定，吸湿性要大些。在水中会逐渐水解生成正磷盐。具有良好的络合金属离子能力，它能与钙、镁、铁等金属离子络合，生成可溶性络合物，能软化硬水。三聚磷酸钠是一种无机物表面活性剂，具有一定有机物表面活性剂的性质。

【质量标准】 国家标准 GB/T 9983—2004

项目	优级	一级	二级
白度/% ≥	90	85	80
五氧化二磷(P_2O_5)/% ≥	57.0	56.5	55.0
三聚磷酸钠($Na_5P_3O_{10}$)/% ≥	96	90	85
水不溶物/% ≤	0.10	0.10	0.15
铁(Fe)/% ≤	0.007	0.015	0.030
pH 值(1%溶液)	9.2～10.0		
颗粒度	通过 1.00mm 试验筛的筛分率≥95%		

【用途】 用于肥皂增效剂和防止条皂油脂析出和起霜。对润滑油和脂肪有强烈的乳化作用，可用于调节缓冲皂液的 pH 值。工业用水的软水剂，制革的预鞣剂，染色助剂，油漆、高岭土、氧化镁、碳酸钙等工业中配制悬浮液时作分散剂。钻井泥浆分散剂，造纸工业用作防油污剂。

【制法】

（1）热法磷酸二步法　将磷酸（55%～60%）溶液经计量后放入不锈钢的中和槽中，升温并开动搅拌机在搅拌下缓慢地加入纯碱进行中和反应，中和槽中维持 2 分子磷酸氢二钠对 1 分子磷酸二氢钠的比例。中和后的混合液经高位槽进入喷雾干燥塔进行干燥，经干燥后的正磷酸盐干料由塔底排出送到回转聚合炉，被炉气带走的少部分干料由旋风除尘器加以回收。

正磷酸盐干料在聚合炉中于 350～450℃温度下进行聚合反应，生成三聚磷酸钠，经冷却、粉碎后，制得三聚磷酸钠成品。其反应式如下：

$$6H_3PO_4+5Na_2CO_3 \longrightarrow 4Na_2HPO_4+2NaH_2PO_4+5H_2O+5CO_2\uparrow$$

$$4Na_2HPO_4+2NaH_2PO_4 \longrightarrow 2Na_5P_3O_{10}+4H_2O$$

（2）湿法磷酸一步法　将磷矿粉与硫酸反应制得萃取磷酸，用纯碱先在脱氟罐中除去其中的氟硅酸，再在脱硫罐中用碳酸钡除去硫酸根，以降低磷酸中的硫酸钠含量。然后用纯碱进行中和。经过滤除去大量的铁、铝等杂质。再经精调，过滤，将所得的含一定比例的磷酸氢二钠和磷酸二氢钠溶液在蒸发器中浓缩到符合喷料聚合的要求。把料浆喷入回转聚合炉中，经热风喷粉干燥和聚合。再经冷却、粉碎、过筛后，制得三聚磷酸钠成品。其反应式如下：

$$Ca_5F(PO_4)_3+5H_2SO_4+10H_2O \longrightarrow 3H_3PO_4+5(CaSO_4\cdot 2H_2O)+HF$$

$$6H_3PO_4+5Na_2CO_3 \longrightarrow 4Na_2HPO_4+2NaH_2PO_4+5H_2O+5CO_2\uparrow$$

$$4Na_2HPO_4+2NaH_2PO_4 \longrightarrow 2Na_5P_3O_{10}+4H_2O$$

【安全性】 用内衬塑料薄膜的塑料袋包装，包装净含量应符合标称质量。

应贮存在干燥、洁净的库房内，如需露天存放时，应采取必要的防潮措施，垛高以不超过支撑物的最大载荷为限，并加遮盖物以防晒、防雨、防潮、防破损。运

输时应严防雨淋和烈日曝晒，避免受潮。装卸时不得用钩和抛摔，以免包装破裂。

失火时，可用水、砂土、各种灭火器扑救。

【生产单位】 江阴澄星实业集团有限公司，湖北兴发化工集团股份有限公司，四川蓝剑化工（集团）有限公司，昆明中轻依兰集团公司，贵州剑峰化工股份有限公司，新乡市伯马风帆实业有限公司，什邡市志信化工有限公司，青州市鑫胜化工有限公司，湖州永旺化工科技有限公司，潍坊华博化工有限公司，四川什邡市川鸿磷化工有限公司，武汉无机盐化工有限公司，重庆川东化工（集团）有限公司，郑州育才磷酸盐化工厂。

Am063 工业六偏磷酸钠

【别名】 格来汉氏盐

【英文名】 sodiumhexametaphosphate，technical；graham's salt

【结构式】 $(NaPO_3)_6$

【分子量】 611.77

【物化性质】 无色透明玻璃片状或白色粒状结晶。相对密度 2.484（20℃），熔点 616℃（分解）。易溶于水，不溶于有机溶剂。吸湿性很强，露置于空气中能逐渐吸收水分而呈黏胶状物。与钙、镁等金属离子能生成可溶性络合物。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2519—2004

项目	指标	
	一等品	合格品
总磷酸盐(以 P_2O_5 计)质量分数/% ≥	68.0	68.0
非活性磷酸盐(以 P_2O_5 计)质量分数/% ≤	7.5	10.0
水不溶物质量分数/% ≤	0.04	0.10
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.03	0.10
pH 值(10g/L)	5.8～7.0	5.8～7.0
溶解性	合格	

【用途】 用作锅炉用水和工业用水（包括染料生产用水，钛白粉生产用水，印染调浆和染色用水，清洗彩色电影拷贝用水，以及化工用水，药品、试剂生产用水等）的软水剂，工业循环冷却水的水处理剂；还用作缓蚀剂，浮选剂，分散剂，高温结合剂，染色助剂，金属表面处理、防锈剂，洗涤剂助剂，水泥硬化促进剂。铜版纸生产用作浆料扩散剂，以提高渗透力。此外还用于洗涤器皿和化学纤维中用以除去浆粕中的铁离子。石油工业中用于钻探管的防锈和控制石油钻井时调节泥浆的黏度。

【制法】

（1）磷酸二氢钠法　将纯碱溶液与磷酸在 80～100℃进行中和反应 2h，生成的磷酸二氢钠溶液经蒸发浓缩、冷却结晶，制得二水磷酸二氢钠，加热至 110～230℃脱去 2 个结晶水，继续加热脱去结构水，进一步加热至 620℃时脱水，生成偏磷酸钠熔融物，并聚合成六偏磷酸钠。然后卸出，从 650℃骤冷至 60～80℃时制片，经粉碎制得六偏磷酸钠成品。其反应式如下：

$$Na_2CO_3+2H_3PO_4+H_2O \longrightarrow 2NaH_2PO_4\cdot 2H_2O+CO_2\uparrow$$

$$NaH_2PO_4\cdot 2H_2O \xrightarrow{\triangle} NaH_2PO_4+2H_2O$$

$$2NaH_2PO_4 \xrightarrow{\triangle} Na_2H_2P_2O_7+H_2O$$

$$Na_2H_2P_2O_7 \longrightarrow 2NaPO_3+H_2O$$

$$6NaPO_3 \xrightarrow{\triangle} (NaPO_3)_6$$

（2）五氧化二磷法　将黄磷在干燥空气流中燃烧氧化、冷却而得的五氧化二磷与纯碱按一定比例（$Na_2O:P_2O_5=1\sim1.1$）混合。将混合粉料于石墨坩埚中间接加热使其脱水熔聚，生成的六偏磷酸钠熔体经骤冷制片、粉碎，制得工业六偏磷酸钠成品。其反应式如下：

$$P_4+5O_2 \longrightarrow 2P_2O_5$$

$$P_2O_5+Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaPO_3+CO_2\uparrow$$

$$6NaPO_3 \xrightarrow{\triangle} (NaPO_3)_6$$

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋的胶合板桶包装，每桶净重25kg。或内衬双层聚乙烯塑料袋、外套复合塑料编织袋包装，每袋净重25kg。贮运参见食用六偏磷酸钠。

【生产单位】 江阴澄星实业集团有限公司，重庆川东化工集团公司，四川蓝剑化工（集团）有限公司，湖北兴发化工集团股份有限公司，新乡市伯马风帆实业有限公司，什邡市志信化工有限公司，青州市鑫胜化工有限公司，湖州永旺化工科技有限公司，潍坊华博化工有限公司，四川什邡市川鸿磷化工有限公司，郑州育才磷酸盐化工厂，常州市川磷化工有限公司。

Am064 二碱式亚磷酸铅

【别名】 二盐基亚磷酸铅

【英文名】 lead phosphite，dibasic

【结构式】 $2PbO \cdot PbHPO_3 \cdot 1/2H_2O$

【分子量】 742.56

【物化性质】 白色或微黄色粉末，味甜。相对密度6.94，折射率2.25。溶于盐酸、硝酸、乙酸铵溶液；不溶于水和有机溶剂。在200℃左右变成灰黑色；450℃左右变成黄色。具有优良的热稳定性和耐气候性，具有抗氧化和屏蔽紫外线的能力。初期着色性优良，可以制得白色制品。不稳定，能自行分解。遇火燃烧，有毒！

【质量标准】 化工行业标准 HG 2339—2005

项目	优等品	一等品	合格品
外观	白色粉末,无明显机械杂质	白色粉末,无明显机械杂质	白色至微黄色粉末,无明显机械杂质
铅含量(以 PbO 计)/%	89.0～91.0	89.0～91.0	88.5～91.5
亚磷酸(H_3PO_3)含量/%	10.0～12.0	10.0～12.0	9.0～12.0
加热减量/% ≤	0.30	0.40	0.60
筛余物(0.075mm)/% ≤	0.30	0.40	0.80
白度/% ≥	90.0	90.0	—

【用途】 主要用于不透明聚氯乙烯的硬质和软质制品，特别是室外用的电缆电线，建筑用板材（如瓦楞板）、管材等的稳定剂。与三盐基硫酸铅和二盐基硬脂酸铅并用有协同作用。一般用量为1%～5%。

【制法】

（1）氧化铅法　先将金属铅在熔铅炉中加热熔融，然后送入黄丹炉中氧化成一氧化铅。三氯化磷加入反应器中于50℃下水解，缓慢升温，于146～148℃进行浓缩，加入活性炭脱色，经过滤，制得亚磷酸。

经计量的氧化铅先与水调成料浆加入合成釜中，加热至70℃左右，以醋酸为催化剂，在不断搅拌下加入定量的亚磷酸，当pH值达到6.9时，生成白色的二碱式亚磷酸铅悬浮液，加入脱水剂脱水，经过滤、干燥，制得二碱式亚磷酸铅成品。其反应式如下：

$$2Pb + O_2 \longrightarrow 2PbO$$

$$PCl_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3PO_3 + 3HCl$$

$$3PbO + H_3PO_3 \xrightarrow{HAc} 2PbO \cdot PbHPO_3 \cdot 1/2H_2O + 1/2H_2O$$

（2）铅水法　将金属铅加入反应器中，然后加入醋酸溶解，在搅拌下缓慢加入烧碱溶液进行反应，生成氢氧化铅，经过滤除去醋酸钠。将氢氧化铅加入合成器中，在不断搅拌下定量加入亚磷酸进行反应，生成二碱式亚磷酸铅，经过滤、干燥，制得二碱式亚磷酸铅成品。其反应式如下：

$2Pb(OH)_2 + H_3PO_3 \longrightarrow$ 本品 $+ 2.5H_2O$

【安全性】 二盐基亚磷酸铅对人体有毒性作用，特别能使神经系统、血液、血管发生变化，对蛋白代谢、细胞能量平衡及细胞的遗传系统影响较大。

空气中最大容许浓度为 0.01mg/m^3，工作日平均浓度为 0.007mg/m^3。操作人员要穿戴工作服、口罩等劳保用品。其蒸气浓度高时，要戴过滤式防毒面具，强制供给新鲜空气。在工作场所工作时间禁止进食、吸烟，下班后必须用热水淋浴，定期进行体检。

用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重 25kg。包装上应印有明显的“有毒品”标志。

易燃固体。危规编号：GB 4.1 类 41005。UN No. 2989；IMDG CODE 5417 页，4.1 类。

应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，不可露天堆放，包装必须密封，防止受潮。要避免酸气、硫化氢气体的熏染以免变质，不可与食用物品共贮混运。运输时按有毒品处理，要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。贮存期为半年。

失火时，消防人员要戴防毒面具，用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 河北省衡水桃城化工助剂有限公司，山东川君化工股份有限公司，淄博市鲁川化工有限公司，武邑全星塑料助剂有限公司，靖江市天龙化工有限公司，青岛红星化工集团有力实业公司，沈阳皓博实业有限公司，南京金陵化工厂有限责任公司，湘潭江南化工有限公司。

Am065 工业三聚磷酸钾

【英文名】 potassium tripolyphosphate，technical

【结构式】 $K_5P_3O_{10}$

【分子量】 448

【物化性质】 白色结晶或粉末。熔点 620～640℃，相对密度 2.54。易溶于水，其水溶液呈碱性，在水中会逐渐水解生成正磷酸盐。三聚磷酸钾具有良好的络合金属离子的能力，生成可溶性的络合物——$MK_3P_3O_{10}$（M 为金属离子），是一种优良的金属络合剂。

【质量标准】 参考标准

指标名称	ω(总 P_2O_5)/%	ω(水溶性 P_2O_5)/%	ω(总 K_2O)/%	ω(水溶性 K_2O)/%	ω(Cl^-)/%
指标	57.5	54.9	35.7	4.5～6.5	1.1

【用途】 用于土壤改良，油类的乳化，用作液体洗涤剂（如洗发精）的缓冲剂。是一种高效的磷钾复合肥料，添加适量的微量元素可制成多元素高效复合肥料。

【制法】 常用生产方法有缩聚磷酸一步法、热法磷酸二步法、磷铁烧结法、煅烧水解法。

(1) 缩聚磷酸一步法 将碳酸钾溶解成碳酸钾溶液，加入带有搅拌和加热装置的中和反应器内，在搅拌下缓慢加入缩聚磷酸进行中和反应，要求生成料液，达到 K_2O/P_2O_5 之比值为 1.667，经高位槽进入回转聚合反应炉，经干燥聚合，一步合成三聚磷酸钾，经冷却、粉碎，制得工业三聚磷酸钾成品。其反应式如下：

$$4H_5P_3O_{10} + 10K_2CO_3 \longrightarrow 4K_5P_3O_{10} + 10H_2O + 10CO_2 \uparrow$$

(2) 热法磷酸二步法 将热法磷酸（50%～60%溶液）经计量后加入中和槽中，在搅拌下缓慢地加入碳酸钾进行中和反应，控制 pH 值在 6.7～7.0，使槽中中和后的料液维持在 2mol 磷酸氢二钾和 1mol 磷酸二氢钾的比例，中和后的溶液经高位槽进入喷雾干燥塔中进行干燥得到干粉，干料由塔底排出，经料仓进入回转聚合炉，在 400℃左右进行聚合反应，生成三聚磷酸钾，经冷却、粉碎后，制得工业三聚磷酸钾成品。其反应式如下：

$6H_3PO_4+5K_2CO_3 \longrightarrow$
$4K_2HPO_4+2KH_2PO_4+5H_2O+5CO_2\uparrow$
$4K_2HPO_4+2KH_2PO_4 \longrightarrow$
$2K_5P_3O_{10}+4H_2O$

（3）磷铁烧结法　将磷铁粉碎至122μm，与碳酸钾进行混合，混料中钾磷比要达到磷酸三钾的需要量，把混合均匀的粉碎物料加入转速为3～5r/min的滚筒式磷铁煅烧炉内加热进行煅烧，当温度达到700～900℃时，物料呈现好的流动性，可停止煅烧，由炉尾部出料口放出物料，热物料加入浸取池内用水浸取，同时用压缩空气不断搅拌4h，过滤，用磷酸中和调整料液达到2mol的磷酸氢二钾和1mol的磷酸二氢钾的比例要求后，把料液经高位槽进入喷雾干燥塔进行干燥，得到的干粉由塔底排出，经料仓进入回转聚合炉于400℃进行聚合反应，经冷却、粉碎，制得工业三聚磷酸钾成品。

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重25kg或50kg。

应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，不可露天堆放。在运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破裂。

失火时，可用水、砂土、各种灭火器进行扑救。

【生产单位】 什邡市志信化工有限公司，杭州同和化工有限公司，江苏骏佳化学有限公司，浙江勿忘农生物科技有限公司，江苏瑞丰化工有限公司，新乡市华幸化工有限责任公司。

Am066 三聚磷酸二氢铝

【英文名】 aluminum dihydrogen tripoly phosphate

【结构式】 $AlH_2P_3O_{10} \cdot 2H_2O$

【分子量】 317.94

【物化性质】 斜方晶系结晶，相对密度2.31。微溶于醇。长时间在空气中放置则部分水解。对酸比较稳定。

【质量标准】 参考标准

指标名称	外观	ω(总磷，以 P_2O_5 计)/%	ω(Al_2O_3)/%	ω(Fe)/%	粒度/μm
指标	白色粉末	≥65.0	≥17.0	≤0.1	75～150

【用途】 用作催化剂，无公害白色颜料，水玻璃硬化剂、吸附脱臭剂。

【制法】 氧化铝法：将α-氧化铝与磷酸按摩尔比 $R=0.5\sim0.2$ 进行混合。用微火加热脱水，生成第一次生成物。将此生成物在300～350℃的电炉中在水蒸气压高的气氛下加热，进行聚合反应，生成三聚磷酸二氢铝。冷却，制得三聚磷酸二氢铝成品。其反应式如下：

$$Al_2O_3+6H_3PO_4 \longrightarrow 2AlH_2P_3O_{10}+7H_2O$$

【安全性】 内衬聚乙烯塑料袋，外用塑料编织袋包装，每袋净重25kg。

应贮存在通风、干燥的库房内，不可露天堆放。运输时防烈日曝晒和雨淋，避免受潮。不得与酸、碱类物品共贮混运。装卸时小心轻放，防止包装破裂受潮和造成失重。

失火时，可用水、泡沫灭火器和二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 广西化工研究院，石家庄市鑫盛化工有限公司，南宁市江南精细化工厂，威海天创精细化工有限公司，广州市正通化工有限公司，辛集市有容化工科技有限公司。

Am067 次磷酸钠

【英文名】 sodium hypophosphite

【结构式】 $NaH_2PO_2 \cdot H_2O$

【分子量】 105.99

【物化性质】 无色单斜晶系结晶或有珍珠光泽的晶体或白色结晶性粉末。相对密度1.388。无臭，味咸。易溶于水、乙醇、甘油；微溶于氨、氨水；不溶于乙醚。水溶液呈中性，在100℃时的水中溶解度为

667g/100g 水。易潮解，在干燥状态下保存时较为稳定，加热超过 200℃时则迅速分解，放出可自燃的有毒的磷化氢。遇强热时会爆炸，与氯酸钾或其他氧化剂相混合会爆炸。次磷酸钠是强还原剂，可将金、银、汞、镍、铬、钴等的盐还原成金属状态。

在常压下，加热蒸发次磷酸钠溶液会发生爆炸，故蒸发应在减压下进行。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 3253—2009

项目	指标		
	优等品	一等品	合格品
次磷酸钠（$NaH_2PO_2 \cdot H_2O$）质量分数/% ≥	100.0	100.0	99.0
亚磷酸钠（Na_2HPO_3）质量分数/% ≤	0.3	0.4	0.5
钙（Ca）质量分数/% ≤	0.010	0.015	0.020
铁（Fe）质量分数/% ≤	0.0002	0.0004	0.0006
硫酸盐（以 SO_4^{2-} 计）质量分数/% ≤	0.01	0.02	0.03
氯化物（以 Cl^- 计）质量分数/% ≤	0.010	0.015	0.020
pH 值（5%水溶液）	6.0～8.0		

【用途】 用于化学镀镍时作为电镀液的还原剂，用于化学工业和医药工业生产中作还原剂。制备其他次磷酸盐的原料。

【制法】 复分解法：将黄磷和消石灰及水加在反应器中，于 98℃温度下进行反应生成次磷酸钙，反应过程中有磷化氢生成，需注意安全防护。过滤除去未反应物，然后通入二氧化碳，进一步除去少量的氢氧化钙。在次磷酸钙溶液中加入碳酸钠溶液进行复分解反应生成次磷酸钠。过滤除去碳酸钙，把滤液进行真空蒸发浓缩至约 20°Bé 时，再过滤除去碳酸钙，把滤液进行第二次浓缩，至液面呈现结晶膜为止，经冷却结晶、离心分离除去母液，制得次磷酸钠成品。母液可回收利用。反应式如下：

$$2P_4+3Ca(OH)_2+6H_2O \longrightarrow 3Ca(H_2PO_2)_2+2PH_3$$

$$CO_2+Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3+H_2O$$

$$Ca(H_2PO_2)_2+Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaH_2PO_2+CaCO_3$$

【安全性】 内销产品用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重 40kg；外销产品用铁桶内衬聚乙烯塑料袋包装，每桶净重 50kg。

应贮存在阴凉、通风、干燥、清洁的库房内。包装密封，注意防潮，避免与氯酸盐和其他氧化剂接触，远离热源和火种。不得与有毒物品和污染物品共贮混运。运输时要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。

失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 天津市朝日科贸有限公司，贵阳富捷化工有限公司，湖北兴发化工集团股份有限公司，连云港科信化工有限公司，杭州同和化工有限公司，苏州宇凡化工有限公司，上海应广实业有限公司，山东鲁科化工有限责任公司，索尔维－恒昌（张家港）精细化工有限公司，江苏省丹爱化工有限公司，清远市日光东成化工有限公司，常熟新特化工有限公司，湖北天湖化工有限公司。

Am068 次磷酸钙

【英文名】 calciumhypophosphite

【结构式】 $Ca(H_2PO_2)_2$

【分子量】 170.06

【物化性质】 白色至灰色单斜晶体。溶于水，不溶于醇。在水中溶解度常温时为 16.7g/100g 水。

【质量标准】 参考标准

指标名称	外观	$\omega[Ca(H_2PO_2)_2]$/%	ω(As)/%	ω(Ba)/%	碱度 NaOH/(mg/g)	ω(Pb)/%	ω(水不溶物)/%
指标	白色结晶粉末	>98	<0.0004	<0.005	<0.05	<0.0001	<0.5

【用途】 用作动物营养剂，用于制造医药品。

【制法】 黄磷-石灰乳法：将石灰消化制成石灰乳，然后将黄磷和石灰乳在反应器中进行搅拌，于98℃下反应生成次磷酸钙，反应过程中有磷化氢产生，需注意安全防护，过滤除去未反应物，然后通入二氧化碳，进一步除去少量的氢氧化钙，将次磷酸钙溶液澄清、浓缩、过滤，滤液加入活性炭脱色，再过滤，滤液经调节pH值后，进行浓缩，冷却结晶，离心分离、干燥、制得次磷酸钙成品。其反应式如下：

$$CaO+H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$

$$3Ca(OH)_2+2P_4+6H_2O \longrightarrow 3Ca(H_2PO_2)_2+2PH_3\uparrow$$

【安全性】 内衬聚乙烯塑料袋、外套塑料编织袋包装，每袋净重25kg。贮运参见食用六偏磷酸钠。

【生产单位】 郑州亿之中化工产品有限公司，清远市日光东成化工有限公司，常熟新特化工有限公司，湖北天湖化工有限公司，江苏和纯化学工业有限公司，淮北金益化工有限公司，昆山联雄工业材料有限公司，湖北汉业化工有限责任公司。

Am069 牙膏用磷酸氢钙

【别名】 牙膏用磷酸二钙

【英文名】 calcium hydrogen phosphate, secondary, for toothpaste

【结构式】 $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$

【分子量】 172.09

【物化性质】 参见磷酸氢钙。

【质量标准】 国家标准 GB 24568—2009

项目	指标	
	对氟稳定型	普通型
氧化钙(CaO)质量分数/%	31.4～32.9	
五氧化二磷(P_2O_5)质量分数/%	40.7～42.5	

续表

项目	指标	
	对氟稳定型	普通型
白度(W_g)/度 ≥	93	
pH(20%悬浮液)	6.8～8.1	
细度(<45μm)/% ≥	99.0	
20g产品吸水量/mL	5.0～6.5	
表观密度，ρ/(g/cm^3)	0.80～1.00	
稳定性	通过试验	
氟化物稳定性试验	通过试验	—
灼烧减量/%	25.0～26.5	
60℃干燥失量/% ≤	0.6	
重金属(以Pb计)质量分数/% ≤	0.002	
砷(As)质量分数/% ≤	0.0003	
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.01	
氟(F)质量分数/% ≤	0.005	
氯化物(以Cl^-计)质量分数/% ≤	0.03	
碳酸盐	通过试验	
硫酸盐质量分数/% ≤	0.5	
硫化物	通过试验	
盐酸不溶物质量分数/% ≤	0.2	
菌落总数/(个/g) ≤	200	
粪大肠菌群	不得检出	
绿脓杆菌	不得检出	
金黄色葡萄球菌	不得检出	
霉菌与酵母菌总数/(个/g) ≤	200	

该产品稳定性及碳酸盐、硫化物均通过实验。

【用途】 主要用于制造高级牙膏中作摩擦剂。在牙膏配方中占40%～50%。

【制法】

(1) 复分解法　将合乎中和要求的磷酸二氢钠、磷酸氢二钠混合液送入带高速搅拌装置的反应器中，再将稍少于化学反应理论量的提纯脱色的氯化钙溶液在高速搅拌下加入进行混合。然后先以较高的速

度加入提纯脱色的纯碱溶液进行中和反应，当 pH 值上升到 4 以后，降低加碱速度，采用加加停停的办法，用混合指示剂测定终点（甲基红和甲基蓝混合指示剂由紫色变淡绿色）。

反应结束后，经漂洗，加稳定剂（硫酸镁和焦磷酸钠），再漂洗，离心脱水，气流干燥，气流粉碎，制得牙膏用磷酸氢钙成品。其反应式如下：

$$4H_3PO_4 + 3Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaH_2PO_4 + 2Na_2HPO_4 + 3H_2O + 3CO_2\uparrow$$

$$2NaH_2PO_4 + CaCl_2 \longrightarrow Ca(H_2PO_4)_2 + 2NaCl$$

$$Ca(H_2PO_4)_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaHPO_4 + Na_2HPO_4 + H_2O + CO_2\uparrow$$

$$Na_2HPO_4 + CaCl \longrightarrow CaHPO_4 + 2NaCl$$

（2）骨炭盐酸法　首先将不能提取有机化工产品的杂骨、骨渣在 900℃以上的高温下炭化完全。将炭化骨渣中的铁渣、石块拣出，用水配成悬浮液，加入盐酸进行酸解。将酸解液用纯碱调至 pH2，以除去部分铁、氟离子等杂质，同时加入漂白粉脱色和进一步除铁，过滤至无色透明液体。控制溶液相对密度为 1.26（25℃）、pH1.3～1.5。将上述溶液在 60℃以下用提纯脱色的纯碱溶液进行中和反应。中和好的料液经初洗，加入硫酸镁和焦磷酸钠稳定剂，陈化 20min，再水洗至成品氯离子合格，经离心脱水、干燥、粉碎，制得牙膏用磷酸氢钙成品。其反应式如下：

$$Ca_3(PO_4)_2 + 6HCl \longrightarrow 2H_3PO_4 + 3CaCl_2$$

$$H_3PO_4 + Na_2CO_3 + CaCl_2 \longrightarrow CaHPO_4 + 2NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$$

【安全性】 参见食用磷酸氢钙。

【生产单位】 江阴澄星实业集团有限公司，连云港市德邦精细化工有限公司，四川川恒化工有限责任公司，云南省滇东磷化工公司，云南澄江县德安磷化工有限责任公司，云天化集团云南天创科技有限公司，连云港东泰食品配料有限公司，湖北兴发化工集团股份有限公司。

Am070 食用磷酸

【英文名】 phosphoric acid for food

【结构式】 H_3PO_4

【分子量】 97.995

【物化性质】 市售食用 85%磷酸是无色透明或略带浅色稠状液体。相对密度 1.70，熔点 42.35℃。易溶于水和乙醇，无臭，味很酸。作为酸味剂使用时，虽然一般风味不如有机酸好，但由于其酸味强度大，故适用于一些不宜使用柠檬酸的非水果型的饮料。磷酸为正常人体构成物质、骨、齿及多种酶的必要成分。

【质量标准】 国家标准 GB 3149—2004

项目	外观	ω(H_3PO_4)/%	ω(As)/%	ω(F)/%	ω(重金属,以 Pb 计)/%	ω(易氧化物,以 H_3PO_3 计)/%
指标	无色透明或略带浅色稠状液体	75.0～86.0	≤0.00005	≤0.001	≤0.0005	≤0.012

【用途】 可用作酸味剂和酵母的营养剂，可用于调味料、罐头、清凉饮料的酸味剂。用于酿酒时的酵母营养源，防止杂菌繁殖。

【制法】 重结晶法：将工业磷酸用蒸馏水溶解后，把溶液提纯，除去砷和重金属等杂质，经过滤，使滤液符合食品级要求时，浓缩，制得食用磷酸成品。

【安全性】 ADI 0～70mg/kg（以磷计）。如每天摄入 2～4g 可引起轻度腹泻。用作可乐型饮料的酸味剂时用量为 0.02%～0.06%。

包装采用专用密封小开口聚乙烯桶或材质为 316L 的不锈钢槽车包装，每桶标明净含量。其他参见工业磷酸。贮运参见工业磷酸。

【生产单位】 云南江磷集团股份有限公

司，瓮福（集团）有限责任公司，江阴澄星实业集团有限公司，武汉无机盐化工有限公司，云天化集团云南天创科技有限公司，重庆川东化工（集团）有限公司，徐州天嘉食用化工有限公司，河南省鲁山县永兴磷化有限公司，常州市川磷化工有限公司，四川成洪磷化工有限责任公司。

Am071 食用磷酸二氢铵

【别名】 食用磷酸一铵

【英文名】 ammonium dihydrogen phosphate for food；ammonium phosphate for food

【结构式】 $NH_4H_2PO_4$

【分子量】 115.03

【物化性质】 参见磷酸二氢铵。

【质量标准】

1. 国家标准 GB 25569—2010

项目	指标
磷酸二氢铵(以 $NH_4H_2PO_4$ 计)质量分数/%	96.0～102.0
氟化物(以 F 计)/(mg/kg) ⩽	10
砷(As)/(mg/kg) ⩽	3
重金属(以 Pb 计)/(mg/kg) ⩽	10
铅(Pb)/(mg/kg) ⩽	4
pH(10g/L 水溶液)	4.3～5.0

2. 联合国粮农组织/世界卫生组织（FAO/WHO，1983 年）

指标名称		$\omega(NH_4H_2PO_4)$ /%	ω(氟化物) /(mg/kg)	ω(As) /(mg/kg)	ω(重金属,以 Pb 计) /(mg/kg)
指标	食品级	96.0～102	⩽10	⩽3	⩽10

【用途】 在食品工业中用作膨松剂、面团调节剂、酵母食料、酿造发酵助剂、缓冲剂。还用作动物饲料添加剂。

【制法】 工业生产方法有中和法和复分解法，但是目前采用中和法的较多。

（1）文氏管循环反应法　参见磷酸二氢铵，仅增加以除砷剂和除重金属剂进行溶液净化、过滤除去砷和重金属等杂质的工序。

（2）中和法　将计算量的精制磷酸和处理后的母液加入带有搅拌和夹套的反应器中，在搅拌下缓慢按计算量加入浓度为28%左右的氨水，由于氨水含大量水，磷酸被稀释，反应液相对密度为 1.35 左右，反应不断进行。反应液终点为 pH4.4～4.6。加入除砷剂和除重金属剂进行溶液净化，过滤，除去砷和重金属等杂质，把滤液蒸发浓缩至表面出现结晶膜时，放出冷却至 26℃左右，析出结晶，离心分离，干燥，制得食用磷酸二氢铵成品。其反应式如下：

$$H_3PO_4 + NH_4OH \longrightarrow NH_4H_2PO_4 + H_2O$$

母液经除铁处理后，返回流程循环使用。

【安全性】 ADI 0～70mg/kg（以磷计，FAO/WHO，1985 年），一般公认为安全的（美国食品和药物管理局，1985 年）。

用内衬食品用聚乙烯塑料袋密封包装，外套塑料编织袋，每袋净重 25kg。包装上应印有“食品添加剂”字样。

应贮存在阴凉、通风、干燥、清洁的库房内，防潮、防高温、防有毒有害物质污染，不得与有毒有害物品共贮混运。运输时防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，以免包装破裂。

失火时，可用水、砂土、各种灭火器进行扑救。

【生产单位】 四川什邡鼎立磷化工有限公司，武汉无机盐化工有限公司，常州市川磷化工有限公司，四川广汉雅和化工有限公司，绵阳启明星磷化工有限公司，四川蓝剑化工（集团）有限公司，连云港市德邦精细化工有限公司，天津市荣宏化工有限责任公司。

Am072 食用磷酸氢二铵

【别名】 食用磷酸二铵

【英文名】 ammonium hydrogen phosphate for food; diammonium phosphate for food

【结构式】 $(NH_4)_2HPO_4$

【物化性质】 参见磷酸氢二铵。

【质量标准】

1. 联合国粮农组织/世界卫生组织（FAO/WHO，1982 年）

指标名称		ω[$(NH_4)_2HPO_4$]/%	ω(氟化物)/(mg/kg)	ω(As)/(mg/kg)	ω(重金属,以 Pb 计)/(mg/kg)
指标	食品级	96.0～102	≤10	≤3	≤10

2. GB 30613—2014

项目		指标
磷酸氢二铵[$(NH_4)_2HPO_4$]含量质量分数/%		96.0～102.0
pH(10g/L 水溶液)		7.6～8.2
铅(Pb)/(mg/kg)	≤	4
氟(F)/(mg/kg)	≤	10
重金属(以 Pb 计)/(mg/kg)	≤	10
无机砷(以 As 计)/(mg/kg)	≤	3

【用途】 食品工业中用作食品膨松剂，面团调节剂，酵母食料，酿造的发酵助剂，可用作缓冲剂。

【制法】 目前工业生产的主要方法有热法磷酸和萃取磷酸与液氨反应中和生产磷酸氢二铵。前者产品纯度高，后者产品成本较低。

热法磷酸中和液氨法：将热法磷酸用蒸馏水稀释（水：磷酸=1.3：1）成稀磷酸，用输酸泵送入第一段管式反应器中与氨气进行中和反应，把反应液用泵送入第二段管式反应器中与氨气进一步反应，使反应液 pH 值达 8.0 左右，加入除砷剂和除重金属剂进行溶液净化，过滤，除去砷和重金属等杂质，滤液送入精调罐中调节 pH 值至 7.8～8.0，送入蒸发器蒸发浓缩至相对密度 1.3，送入冷却结晶器，经冷却结晶、离心分离出母液后，干燥，制得食用磷酸氢二铵成品。其反应式如下：

$$H_3PO_4+2NH_3 \longrightarrow (NH_4)_2HPO_4$$

【安全性】 ADI 0～70mg/kg（以磷计，FAO/WHO，1985 年）。一般公认是安全的（美国食品和药物管理局，1985 年）。

包装及贮运：参见食用磷酸二氢铵。

【生产单位】 绵阳启明星磷化工有限公司，广汉雅和化工有限公司，四川省什邡金大化工厂，武汉无机盐化工有限公司，常州市川磷化工有限公司，天津市荣宏化工有限责任公司，四川什邡鼎立磷化工有限公司，四川成洪磷化工有限责任公司。

Am073 食用磷酸二氢钙

【别名】 食用磷酸一钙

【英文名】 calcium dihydrogen phosphate for food; calcium phosphate, primary, for food

【结构式】 $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$

【分子量】 252.07

【物化性质】 参见磷酸二氢钙。

【质量标准】

1. 化工行业标准 HG 2927—1999

指标名称	外观	ω(磷酸二氢钙，以 Ca 计)/%	ω(As)/%	ω(重金属，以 Pb 计)/%	ω(氟化物，以 F^- 计)/%	ω(水分)/%
指标	无色三斜体结晶或白色粉末	15.2～17.0	≤0.0003	≤0.002	≤0.0025	≤1.0

2. 国家标准 GB 25559—2010

项目		指标
磷酸二氢钙(以 Ca 计)质量分数/%	无水物	16.8～18.3
	一水物	15.9～17.7
重金属(以 Pb 计)/(mg/kg)	≤	10
铅(Pb)/(mg/kg)	≤	2
砷(As)/(mg/kg)	≤	3
氟化物(以 F^- 计)/(mg/kg)	≤	25
灼烧减量① 质量分数/%		14.0～15.5
干燥减量② 质量分数/%	≤	1
澄清度		通过试验
碳酸盐		通过试验
游离酸及其副盐		通过试验

① 无水物测定此项目。
② 一水物测定此项目。

【用途】 在食品工业中用作焙粉发酵剂、酵母养料、钙质的营养增补剂和疏松剂。

【制法】 磷酸氢钙法：将食用磷酸氢钙溶解于食用磷酸中，控制 pH 值在 3.2 左右时，生成磷酸二氢钙，经浓缩、冷却结晶、离心分离、干燥，制得食用磷酸二氢钙成品。其反应式如下：

$$CaHPO_4 \cdot 2H_2O + H_3PO_4 \longrightarrow 本品 + H_2O$$

【安全性】 毒性及用量：ADI 0～70mg/kg（以磷计）。面包类用丙酸钙作防腐剂时，面团的 pH 值上升，使发酵缓慢，此时宜添加本品 0.3%，以降低面团的 pH 值。

内衬食品级聚乙烯塑料袋，外套多层牛皮纸袋，最外面套塑料编织袋包装，每袋净重 25kg。袋口焊封。包装上应印有“食品添加剂”字样。

应贮存在阴凉、避光、干燥的库房内，使用带篷的车或有遮盖物的车运输，在运输过程中防雨淋和受潮，防烈日曝晒，严禁与有毒物品共贮混运。装卸时小心轻放，防止包装破裂而受潮。

失火时，可用水、砂土、泡沫灭火器或二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 什邡市志信化工有限公司，徐州天嘉食用化工有限公司，连云港润普食品配料有限公司，连云港科信化工有限公司，连云港科德化工有限公司。

Am074 食用磷酸氢钙

【别名】 食用磷酸二钙

【英文名】 calcium phosphate，secondary for food

【结构式】 $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$

【分子量】 172.09

【物化性质】 参见磷酸氢钙。

【质量标准】 国家标准 GB 1889—2004

指标名称	外观	ω($CaHPO_4 \cdot 2H_2O$)/%	ω(灼烧失重)/%	ω(盐酸不溶物)/%	ω(Pb)/%	ω(重金属，以 Pb 计)/%	ω(As)/%	ω(F)/%
指标	白色粉末	98～103	24.5～26.5	≤0.05	≤0.0005	≤0.001	≤0.0002	≤0.005

【用途】 食品工业中作疏松剂用于饼干、代乳品，使用量按正常生产需要。还用作面包制造时的酵母培养剂，也用作面团改良剂、营养增补剂。

【制法】 复分解法：经脱氟、除砷后的合格磷酸与食用纯碱进行中和反应，得到磷酸二氢钠，磷酸氢二钠混合液送入带高速搅拌装置的反应器中，将提纯脱色的氯化钙溶液在高速搅拌下加入，进行复分解反应，再加入提纯脱色的纯碱溶液进行中和，反应产物经过漂洗、离心脱水、干燥粉碎，制得食用磷酸氢钙。其反应式如下：

$$4H_3PO_4 + 3Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaH_2PO_4 + 2Na_2HPO_4 + 3H_2O + 3CO_2\uparrow$$

$$2NaH_2PO_4 + CaCl_2 \longrightarrow Ca(H_2PO_4)_2 + 2NaCl$$

$$Ca(H_2PO_4)_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaHPO_4 + Na_2HPO_4 + H_2O + CO_2\uparrow$$

$$Na_2HPO_4 + CaCl_2 \longrightarrow CaHPO_4 + 2NaCl$$

【安全性】 毒性及用量：ADI 0～70mg/kg（以磷计），用于饼干、代乳品，使用量按正常生产需要。

应使用内衬食品级聚乙烯薄膜的双层牛皮纸作内包装。外包装为塑料编织袋。每袋净重 25kg，内袋扎口；外袋应牢固缝合。缝线整齐，针距均匀，无漏缝和跳线现象。或按照用户要求进行包装。

每批出厂的食品添加剂磷酸氢钙都应附有质量证明书，内容包括：生产厂名、厂址、产品名称、商标、净含量、批号或生产日期、产品质量符合本标准的证明、本标准编号及卫生许可证号。

应贮存在通风、干燥的库房内，需下垫垫层，防止受潮。运输时防雨淋，不受潮且包装不受污损，禁止与有毒和有害物质及其他污染物品混贮、混运。

食品添加剂六偏磷酸钠保持期为 2 年，逾期检验合格，仍可继续使用。

【生产单位】 江阴澄星实业集团有限公司，云天化集团云南天创科技有限公司，徐州天嘉食用化工有限公司，连云港东泰食品配料有限公司，连云港润普食品配料有限公司，湖北兴发化工集团股份有限公司，连云港科信化工有限公司，连云港科德化工有限公司。

Am075 食用磷酸钙

【别名】 食用磷酸三钙

【英文名】 calcium phosphate tertiary for food；tricalcium phosphate for food

【结构式】 $Ca_3(PO_4)_2$

【物化性质】 白色无定形粉末。熔点 1670℃，密度 3.14g/cm^3。易溶于稀盐酸和硝酸，极微溶于冷水，不溶于乙醇，遇热水则分解，在空气中稳定。有 α 型和 β 型两种。β 型磷酸三钙加热到 1180℃时骤冷变成 α 型晶体，在 118℃以下缓冷，则成为 β 型晶体。α 型比 β 型更易溶于柠檬酸。

【质量标准】

1. 化工行业标准 HG 2789—1996

指标名称		ω(磷酸三钙，以钙计)/%	ω(重金属，以 Pb 计)/%	ω(As)/%	ω(F)/%	ω(加热减量，200℃)/%	澄清度
指标	食品级	34.0～40.0	≤0.002	≤0.0003	≤0.0075	≤10.0	微浊

2. 国家标准 GB 25558—2010

项目		指标
磷酸三钙(以 Ca 计)质量分数/%		34.0～40.0
重金属(以 Pb 计)/(mg/kg)	≤	10
铅(Pb)/(mg/kg)	≤	2
砷(As)/(mg/kg)	≤	3
氟化物(以 F 计)/(mg/kg)	≤	75
灼烧减量质量分数/%	≤	10.0
澄清度		通过试验

【用途】 在食品工业中用作抗结块剂，营养增补剂（强化钙），增香剂。可用作缓冲剂、pH 值调节剂。亦可作家禽饲料添加剂，医药上用作制酸剂。

【制法】 可由磷酸和石灰乳溶液反应或磷酸三钠溶液和氯化钙饱和溶液反应制得。

磷酸法：把经除砷后的热法磷酸溶液加入反应器中，在搅拌下将经提纯除去砷和铅等杂质的精制饱和石灰乳溶液加入进行中和反应，当 pH 值在 8.1 以上时，生成磷酸三钙沉淀。控制沉淀组成中 CaO/P_2O_5 的摩尔比为 3 左右，生成的沉淀物经过滤、用水洗涤、离心脱水、干燥，制得食用磷酸三钙成品。其反应式如下：

$$3Ca(OH)_2+2H_3PO_4 \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2+6H_2O$$

【安全性】 ADI 0～70mg/kg（以磷计，FAO/WHO，1985 年）。按 FAO/WHO（1984 年）规定：食用磷酸钙添加于葡萄糖粉、蔗糖粉为 15g/kg；甜炼乳、稀奶油为 2g/kg（单用）；奶粉、奶油粉为 5g/kg（单用）；加工干酪为 9g/kg；可可粉 10g/kg；冷饮为 2g/kg（单用）。作为增香剂的用量：用于软饮料为 0.1%，糖果为

0.005%，肉类为0.036%。

用内衬食品用聚乙烯薄膜袋的多层牛皮纸袋包装，外套编织袋，每袋净重25kg，包装上应有明显的防潮标志，并印有“食品添加剂”字样。

应贮存在阴凉、通风、干燥、清洁的库房内，防潮。运输时要防雨淋和烈日曝晒。不得与有毒物质和其他污染性物品共贮混运。装卸时要小心轻放，防止包装破损。

失火时，可用水、砂土、各种灭火器进行扑救。

【生产单位】 什邡市志信化工有限公司，四川什邡市川鸿磷化工有限公司，江阴澄星实业集团有限公司，连云港润普食品配料有限公司，湖北七八九化工有限公司，连云港科信化工有限公司，连云港科德化工有限公司。

Am076 食用磷酸铁

【英文名】 ferric phosphate for food

【结构式】 $FePO_4 \cdot 2H_2O$

【分子量】 186.85

【物化性质】 白色、灰白色或浅桃红色的单斜结晶或无定形粉末。密度2.74g/cm^3。溶于盐酸、硫酸，不溶于冷水和硝酸。

【质量标准】 参考标准

指标名称		ω(磷酸铁,以铁计)/%	ω(As)/%	ω(F)/%	ω(Pb)/%	ω(灼烧失重)/%	ω(Hg)/%
指标	食品级	26.0～32	≤0.0003	≤0.005	≤0.001	≤32.5	≤0.0003

【用途】 在食品工业中用作营养增补剂(铁质强化剂)，特别是用于面包，也作饲料添加剂。

【制法】 在氧化剂（双氧水、氯酸钠等）存在下，用已除砷的精制磷酸处理已除砷和重金属的亚铁盐（如硝酸亚铁、硫酸亚铁等），然后加碱调节pH值到2～6，即析出磷酸铁。

（1）硝酸亚铁法　先将硝酸亚铁溶液加热至95～110℃使其全部溶解后，在氧化剂存在下，加入除砷剂和除重金属剂进行溶液净化，过滤，除去砷和重金属杂质，把精制硝酸亚铁溶液加入反应器，在搅拌下加入已除砷的精制浓磷酸和纯净的磷酸铁晶种，在不断搅拌下加热反应4h，生成磷酸铁沉淀物，经过滤，洗涤，干燥，制得食用磷酸铁成品。其反应式如下：

$$2[Fe(NO_3)_2 \cdot 9H_2O] + 2H_3PO_4 + 1/2O_2 \xrightarrow{FePO_4 \cdot 2H_2O\text{晶种}} 2(FePO_4 \cdot 2H_2O) + 4HNO_3 + 15H_2O$$

（2）硫酸亚铁法　先将硫酸亚铁加入蒸馏水中加热全部溶解，在氧化剂存在下，加入除砷剂和除重金属剂进行溶液净化，过滤，把精制硫酸亚铁溶液加入反应器中，在搅拌下加入已除砷的精制浓磷酸，再加入精制氯酸钠溶液，于85℃进行反应30min，再缓慢加入食用烧碱溶液，调整pH值至2～6，使磷酸铁沉淀析出。经过滤、洗涤、干燥，制得食用磷酸铁成品。其反应式如下：

$$6FeSO_4 + 6H_3PO_4 + NaClO_3 + 12NaOH \longrightarrow 6FePO_4 \cdot 2H_2O + 6Na_2SO_4 + NaCl + 13H_2O$$

【安全性】 一般公认是安全的（美国食品和药物管理局）。

用内衬食品用聚乙烯塑料袋密封包装，外套塑料编织袋，每袋净重25kg。包装上应印有“食品添加剂”字样。

应贮存在阴凉、通风、干燥、清洁的库房内，防潮，防有毒有害物质污染，不得与有毒有害物品共贮混运。运输时防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，以免包装破裂。

失火时，可用水、砂土、各种灭火器进行扑救。

【生产单位】 四川成洪磷化工有限责任公司，郑州瑞普生物工程有限公司，广西明团矿业有限公司。

Am077 食用磷酸氢镁

【英文名】 magnesium hydrogen phosphate for food

【结构式】 $MgHPO_4 \cdot 3H_2O$

【分子量】 174.33

【物化性质】 参见磷酸氢镁。

【质量标准】

1. 联合国粮农组织/世界卫生组织（FAO/WHO，1982年）

指标名称		ω(磷酸氢镁,灼烧后以 $Mg_2P_2O_7$ 计)/%	ω(As)/%	ω(F)/%	ω(重金属,以Pb计)/%	ω(灼烧失重)/%	ω(Pb)/%
指标	食品级	≥96.0	≤0.0003	≤0.001	≤0.003	29～36	≤0.000 5

2. 其他参考标准

质量指标		FCC,1997
含量/%	≥	96.0
砷/%	≤	0.0003
氟化物/%	≤	0.001
重金属(以Pb计)/%	≤	0.0015
铅/%	≤	0.0002
灼烧失重/%		29～36

【用途】 用于食品工业作营养增补剂。

【制法】 工业生产一般由热法磷酸与轻质氧化镁或可溶性镁盐（碳酸镁、氯化镁）反应制得。

氧化镁法：参见磷酸氢镁，增加以除砷剂和除重金属剂进行溶液净化、过滤除去砷和重金属等杂质的工序。

【安全性】 ADI 0～70mg/kg（按磷计，FAO/WHO，1984年）。一般公认是安全的（美国食品和药物管理局，1985年）。

装于广口玻璃瓶中，每瓶净重0.5kg。外用木箱或纸箱包装。包装上应印有“食品添加剂”字样。

应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，防止受潮、受热。与有毒有害物品隔离存放。运输中不可与酸类物品和有毒有害物品混运，防烈日曝晒和雨淋，装卸时要小心轻放，防止包装破裂而受潮。

失火时，可用水、砂土、各种灭火器扑救。

【生产单位】 连云港东泰食品配料有限公司，湖北七八九化工有限公司，连云港科信化工有限公司，宿迁市现代化工有限公司，江苏科伦多食品配料有限公司，连云港市正荣食品添加剂厂。

Am078 食用磷酸二氢钾

【别名】 食用磷酸一钾

【英文名】 potassium dihydrogen phosphate for food；monopotassium phosphate for food

【结构式】 KH_2PO_4

【分子量】 136.09

【物化性质】 参见磷酸二氢钾。

【质量标准】 国家标准 GB 25560—2010

项目		指标
磷酸二氢钾(KH_2PO_4)(以干基计)质量分数/%	≥	98.0
水不溶物质量分数/%	≤	0.2
砷(As)/(mg/kg)	≤	3
重金属(以Pb计)/(mg/kg)	≤	10
铅(Pb)/(mg/kg)	≤	2
氟化物(以F计)/(mg/kg)	≤	10
pH(10g/L溶液)		4.2～4.7
干燥减量质量分数/%	≤	1.0

【用途】 食品工业中用于制造烘焙物，作膨松剂、调味剂、发酵助剂、营养强化剂、酵母食料。也用作缓冲剂、螯合剂。

【制法】 工业上皆用中和法，有苛性钾磷酸中和法和氯化钾磷酸中和法。

苛性钾法：参见磷酸二氢钾，增加以除砷剂和除重金属剂进行溶液净化、过滤、除去砷和重金属等杂质的工序。

【安全性】 ADI 0～70mg/kg（以磷计，FAO/WHO，1985年）。一般公认是安全的

(美国食品和药物管理局，1975 年)。按 FAO/WHO(1984 年) 规定：午餐肉、熟猪前腿肉、熟火腿、熟肉末 3g/kg；低倍浓缩奶、甜炼乳、稀奶油 2g/kg；奶粉、奶油粉 5g/kg；加工干酪 9g/kg；速冻黑线鳕、鲈、鲽科鱼、无须鳕的鱼肉片 5g/kg；即食肉汤、羹 1000mg/kg；冷饮 2g/kg。

用内衬食品用聚乙烯塑料袋密封包装，外套塑料编织袋，每袋净重 25kg 或 50kg。包装上应有明显的“防潮”标志，并印有“食品添加剂”字样。

应贮存在通风、干燥、阴凉、清洁的库房内，包装要密封、防潮。不得与有毒物品和其他污染物品共贮混运。运输时要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。

失火时，可用水、砂土、各种灭火器进行扑救。

【生产单位】 什邡市志信化工有限公司，四川什邡市川鸿磷化工有限公司，武汉无机盐化工有限公司，四川蓝剑化工（集团）有限公司，郑州育才磷酸盐化工厂，常州市川磷化工有限公司，连云港东泰食品配料有限公司，成都好来化工有限公司，绵阳启明星磷化工有限公司，连云港科德化工有限公司。

Am079 食用磷酸氢二钾

【别名】 食用磷酸二钾

【英文名】 potassium hydrogen phosphate for food; dipotassium phosphate for food

【结构式】 $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$

【分子量】 228.22

【物化性质】 参见磷酸氢二钾。

【质量标准】 国家标准 GB 25561—2010

项目	指标
磷酸氢二钾(K_2HPO_4)(以干基计)质量分数/% ≥	98.0
水不溶物质量分数/% ≤	0.2
砷(As)/(mg/kg) ≤	3
重金属(以 Pb 计)/(mg/kg) ≤	10
铅(Pb)/(mg/kg) ≤	2
氟化物(以 F 计)/(mg/kg) ≤	10
pH(10g/L 溶液)	9.0±0.4
干燥减量质量分数/% ≤	2.0

【用途】 在食品工业中用于配制面食制品用碱水的原料、发酵用剂、调味剂、膨松剂、乳制品的温和碱性剂、酵母食料，用作缓冲剂、螯合剂。

【制法】 工业生产采用苛性钾溶液中和磷酸制得，亦可先用碳酸钾溶液中和磷酸，后用苛性钾溶液中和而得。

中和法：参见磷酸氢二钾，增加以除砷剂和除重金属剂进行溶液净化、过滤除去砷和重金属等杂质的工序。

【安全性】 ADI 0～70mg/kg（以磷计，FAO/WHO，1985 年）。按 FAO/WHO (1984 年）规定：午餐肉、熟猪前腿肉、熟火腿、熟肉末为 3g/kg；低倍浓缩乳、甜炼乳、稀奶油为 2g/kg；奶粉、奶油粉为 5g/kg；加工干酪为 9g/kg；速冻黑线鳕、鲈、鲉、鲽科鱼、无须鳕的鱼肉片为 5g/kg；即食肉汤、羹 1000mg/kg；冷饮为 2g/kg。

包装及贮运参见食用磷酸二氢钾。

【生产单位】 四川蓝剑化工（集团）有限公司，四川成洪磷化工有限责任公司，唐山市丰南区成丰技术有限公司，四川什邡市川鸿磷化工有限公司，江阴澄星实业集团有限公司，武汉无机盐化工有限公司，常州市川磷化工有限公司，连云港东泰食品配料有限公司，成都好来化工有限公司，连云港科德化工有限公司，徐州天嘉食用化工有限公司。

Am080 食用磷酸钾

【别名】 食用磷酸三钾

【英文名】 potassium phosphate for food;

tripotassium phosphate for food

【结构式】 K_3PO_4

【分子量】 212.27

【物化性质】 参见磷酸钾。

【质量标准】 国家标准 GB 25563—2010

指标名称			指标
磷酸三钾(以干基计)质量分数/%		≥	97.0
砷(以 As 计)质量分数/%		≤	0.0003
铅(Pb)质量分数/%		≤	0.0002
重金属(以 Pb 计)质量分数/%		≤	0.001
氟化物(以 F^- 计)质量分数/%		≤	0.001
灼烧减量	一水物质量分数/%		8.0～20.0
	无水物质量分数/%	≤	5
水不溶物质量分数/%		≤	0.2
pH 值			11.5～12.5

【用途】 在食品工业中用作乳化剂，钾的强化剂，调味剂，肉类黏结剂。用于配制面食制品用碱水。

【制法】 工业生产磷酸三钾一般采用磷酸和苛性钾溶液中和反应而得。

中和法：参见磷酸钾，所不同的是，要加入除砷剂和除重金属剂进行溶液净化，过滤除去砷和重金属等杂质。

【安全性】 ADI 0～70mg/kg（以磷计，FAO/WHO，1985 年）。一般公认是安全的（美国食品和药物管理局，1985 年）。按 FAO/WHO（1984 年）规定：即食肉汤、羹总磷酸盐 1000mg/kg（以 P_2O_5 计）；午餐肉、熟猪前腿肉、洋火腿、熟肉末 3g/kg；低倍浓缩乳、甜炼乳、稀奶油为 2g/kg；奶油粉、奶粉 5g/kg；加工干酪，总磷酸盐用量为 9g/kg（以磷计）；冷饮 2g/kg。

用内衬食品用聚乙烯塑料袋密封包装，外套塑料编织袋，每袋净重 25kg 或 50kg。包装上应有明显的“防潮”标志，并印有“食品添加剂”字样。

应贮存在通风、阴凉、干燥、清洁的库房内，包装要密封、防潮。不得与有毒物品和其他污染物品共贮混运。运输时要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。

失火时，用水和砂土、各种灭火器扑救。

【生产单位】 武汉无机盐化工有限公司，常州市川磷化工有限公司，成都好来化工有限公司，连云港润普食品配料有限公司，连云港科信化工有限公司，连云港科德化工有限公司，四川成洪磷化工有限责任公司。

Am081 食用二水磷酸二氢钠

【别名】 食用二水磷酸一钠

【英文名】 sodium dihydrogen phosphate dihydrate for food; monoSodium phosphate dihydrate for food

【结构式】 $NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$

【分子量】 156.01

【物化性质】 参见二水磷酸二氢钠。

【质量标准】 国家标准 GB 25564—2010

项目			指标
磷酸二氢钠(NaH_2PO_4)(以干基计)质量分数/%			98.0～103.0
水不溶物质量分数/%		≤	0.2
砷(As)/(mg/kg)		≤	3
重金属(以 Pb 计)/(mg/kg)		≤	10
铅(Pb)/(mg/kg)		≤	4
氟化物(以 F 计)/(mg/kg)		≤	50
pH(10g/L 溶液)			4.1～4.7
干燥减量	NaH_2PO_4 质量分数/%	≤	2.0
	$NaH_2PO_4 \cdot H_2O$ 质量分数/%		10.0～15.0
	$NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$ 质量分数/%		20.0～25.0

【用途】 在食品加工中用作品质改良剂、乳化剂、营养增补剂、焙烤粉的缓冲剂、腌制用混合盐、粉末酸味剂。

【制法】 重结晶法：将工业级磷酸二氢钠溶于 80～85℃ 的蒸馏水中配成饱和溶液，经硫化物如硫化钠等除去砷和重金属进行提纯以后，用活性炭脱色。再加入食用磷酸调节 pH 值至 8.2～8.4。

后经过滤、冷却结晶、离心分离、稍加风干，制得食用二水磷酸二氢钠成品。提纯反应原理如下：

$$2As^{3+}+3S^{2-}═══As_2S_3↓$$
$$Pb^{2+}+S^{2-}═══PbS↓$$
$$Cd^{2+}+S^{2-}═══CdS↓$$

【安全性】 LD_{50}（大白鼠腹腔注射）：250mg/kg。ADI：0～70mg/kg（以磷计）。用于淡炼乳的使用量为0.2%～0.3%。用作肉类、鱼肉制品（火腿、香肠）的稳定剂、黏结剂，使用量为0.4%。对咸牛肉的使用量为0.2%～0.3%。

包装于食品级聚乙烯薄膜袋中，外包装采用塑料编织袋包装，每袋净重25kg。用户对包装有特殊要求时，可供需协商。包装袋上应涂刷明显的“食品添加剂”字样。

在运输过程中应有遮盖物，防止日晒、雨淋、受潮。不得与有毒有害物品混运，防止污染。

在干燥库房中，不得与有毒有害物品混贮。保质期为两年。逾期重新检验是否符合本标准的要求，合格后可继续使用。

【生产单位】 什邡市志信化工有限公司，什邡市川鸿磷化工有限公司，江阴澄星实业集团有限公司，四川蓝剑化工（集团）有限公司，重庆川东化工（集团）有限公司，徐州天嘉食用化工有限公司，常州市川磷化工有限公司，什邡市岐山化工有限公司。

Am082 食用十二水磷酸氢二钠

【别名】 食用十二水磷酸二钠

【英文名】 sodium hydrogen phoshate dodecahydrate for food

【结构式】 $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$

【分子量】 358.14

【物化性质】 参见十二水磷酸氢二钠。

【质量标准】 国家标准 GB 25568—2010

项目		指标
磷酸氢二钠(Na_2HPO_4)(以干基计)/%	≥	98.0
砷(As)/(mg/kg)	≤	3
重金属(以 Pb 计)/(mg/kg)	≤	10
铅(Pb)/(mg/kg)	≤	4
氟化物(以 F 计)/(mg/kg)	≤	50
水不溶物/%	≤	0.2
干燥减量 Na_2HPO_4/%	≤	5.0
干燥减量 $Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$/%		18.0～22.0
干燥减量 $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$/%	≤	61.0

【用途】 用于制造焙粉，在食品加工中用作品质改良剂、乳化剂、营养强化剂、发酵助剂、黏结剂。

【制法】 重结晶法　将工业级磷酸氢二钠溶于80～85℃蒸馏水中配成饱和溶液，加入脱色剂、除重金属剂、除砷剂进行提纯，再加入食用磷酸调节pH值，然后经过滤、冷却结晶、离心分离、室温下干燥，制得食用十二水磷酸氢二钠成品。其反应式如下：

$$Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O \longrightarrow Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$$

【安全性】 ADI：0～70mg/kg（以总磷计）；大白鼠经口 LD_{50}：17000mg/kg，小白鼠腹腔 LD_{50}：430mg/kg；MLD＞958～1075mg/kg（兔，静脉注射）。按我国规定（GB 2760—2014），可用于淡炼乳，最大使用量为0.5g/kg（以磷酸盐总量计）。

用内衬食品级聚乙烯塑料袋的编织袋包装，每袋净重25kg。包装上应有明显的“食品添加剂”字样。贮运参见食用磷酸二氢钠。在符合贮存和运输的条件下，保质期为两年。

【生产单位】 湖州永旺化工科技有限公司，唐山市丰南区成丰技术有限公司，武汉无机盐化工有限公司，四川蓝剑化工（集团）有限公司，重庆川东化工（集团）有限公司，徐州天嘉食用化工有限公司，湖北兴发化工集团股份有限公司，什邡市

岐山化工有限公司。

Am083 食用十二水磷酸钠

【别名】 食用十二水磷酸三钠

【英文名】 sodium phosphate dodeca hydrate，for food

【结构式】 $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$

【分子量】 380.12

【物化性质】 无色或白色结晶。相对密度1.62（20℃），熔点73.4℃。溶于水，其水溶液呈强碱性，1%溶液pH为12.5；不溶于乙醇、二硫化碳。加热到100℃时失去11个结晶水变成一水物，再加热到212℃时变成无水磷酸三钠。在干燥空气中易风化。

【质量标准】 国家标准GB 25565—2010

项目			指标
无水磷酸三钠(Na_3PO_4,以灼烧干基计)质量分数/%		≥	97.0
一水合磷酸三钠($Na_3PO_4 \cdot H_2O$,以灼烧干基计)质量分数/%		≥	
十二水合磷酸三钠($Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$)质量分数/%		≥	
pH(10g/L 溶液)			11.5～12.5
砷(As)/(mg/kg)		≤	3
氟化物(以F计)/(mg/kg)		≤	50
重金属(以Pb计)/(mg/kg)		≤	10
铅(Pb)/(mg/kg)		≤	4
水不溶物质量分数/%		≤	0.2
灼烧减量	Na_3PO_4 质量分数/%	≤	2
	$Na_3PO_4 \cdot H_2O$ 质量分数/%		8～11
	$Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$ 质量分数/%		45～57

【用途】 磷酸盐在食品加工中起品质改良作用，例如在肉制品中有保持肉的持水性、增进结着力等作用，以减少肉中营养成分的损失并保存肉的柔嫩性。在食品加工中也用作乳化剂、营养增补剂、品质改良剂。是配制面食用碱水的原料，亦用于砂糖精制和α-淀粉的制造。还用作食品用瓶、罐等的洗涤剂。

【制法】 中和法　将食品级磷酸用无离子水稀释至一定浓度后加入带搅拌的反应器中，在搅拌下缓慢加入食品级烧碱溶液进行中和反应，调节Na/P比为3.24～3.26，然后加入脱色剂、除重金属剂、除砷剂进行溶液净化，再过滤除去杂质，滤液经冷却结晶、离心分离、干燥，制得食用十二水磷酸三钠成品。其反应式如下：

$$H_3PO_4 + 3NaOH \longrightarrow Na_3PO_4 + 3H_2O$$

【安全性】 ADI 0～70mg/kg（以磷计）。LD_{50}＞2g/kg（土拨鼠，经口）。食用磷酸钠用于罐头、果汁饮料、奶制品、豆乳等，其最大使用量为0.5g/kg。

用食品用聚乙烯塑料袋密封包装，每袋净重5kg，每4袋为一大包，装入塑料编织袋。

应贮存在阴凉、通风、干燥、清洁的库房中。包装要保存完好，勿使受潮变质，要防高温、防有害物质污染。运输中不得与有毒物质混运，要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。

失火时，可用水、砂土和二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 什邡市志信化工有限公司，唐山市丰南区成丰技术有限公司，什邡市川鸿磷化工有限公司，武汉无机盐化工有限公司，四川蓝剑化工（集团）有限公司，云天化集团云南天创科技有限公司，重庆川东化工（集团）有限公司，徐州天嘉食用化工有限公司，常州市川磷化工有

限公司，湖北兴发化工集团股份有限公司，什邡市岐山化工有限公司。

Am084 食用偏磷酸钠

【英文名】 sodium metaphosphate for food; sodium polyphosphate; maddrell's salt

【结构式】 $(NaPO_3)_n$

【物化性质】 聚合度很大的（$n>50$）高分子长链状聚磷酸盐，具有与偏磷酸盐近似的组成。当 $n\longrightarrow\infty$ 时，$Na_n+2P_nO_{3n+1}\longrightarrow Na_nP_nO_{3n}$ 或（$NaPO_3)_n$。这类盐中大多数 n 的平均值通常在 500～1000 的范围内。由于测出其 Na_2O/P_2O_5 摩尔比近于 1，所以常将此长链聚磷酸盐叫做偏磷酸盐。以后正式确定的偏磷酸盐系指环状结构化合物。

通常将长链状结晶形聚磷酸钠盐称为马德列尔盐高温型（$NaPO_3$ Ⅱ）、马德列尔盐低温型（$NaPO_3$ Ⅲ）、库洛尔盐（$NaPO_3$ Ⅸ）三种变体。

白色结晶粉末。溶于无机酸、氯化钾和氯化铵溶液，几乎不溶于水。在水中配制成（1∶3）的浆液 pH 值约 6.5。

【质量标准】 参考标准

指标名称		食品级
偏磷酸钠(以 P_2O_5 计)/%		68.7～70
As/%	≤	0.0003
F/%	≤	0.005
重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.001

【用途】 在食品工业中用作乳化剂、组织改良剂、螯合剂。

【制法】 磷酸二氢钠法 将食用磷酸二氢钠加热，于 95℃脱水成为无水磷酸二氢钠，然后送入箱式聚合炉中加热熔融聚合，当物料温度在 140～200℃时，先转化成酸式焦磷酸钠，再加热至 260℃时转化成环状偏磷酸钠，经冷却、粉碎，制得食用偏磷酸钠成品。其反应式如下：

$$NaH_2PO_4\xrightarrow{160℃}Na_2H_2P_2O_7\xrightarrow{260℃}(NaPO_3)n$$

【安全性】 ADI 0～70mg/kg（以 P_2O_5 计）。一般公认是安全的（美国食品和药物管理局，1985 年）。

包装及贮运：参见食用偏磷酸钾。

【生产单位】 北京五洲世纪红星化工有限责任公司。

Am085 食用三偏磷酸钠

【英文名】 sodium trimetaphosphate for food

【结构式】 $(NaPO_3)_3$

【分子量】 305.92

【物化性质】 白色结晶或结晶粉末。熔点 627.6℃，密度 2.476g/cm^3，易溶于水。三偏磷酸钠可与过氧化氢生成复合化合物 $Na_3P_3O_9\cdot H_2O_2$，此过氧化物易分解，若有极少量的重金属存在，即可促进其分解。

【质量标准】 参考标准

指标名称		食品级
三偏磷酸钠(以 P_2O_5 计)/%		68.7～70
As/%	≤	0.0003
F/%	≤	0.005
重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.001
不溶性物质/%	≤	0.1

【用途】 在食品工业中用作淀粉改性剂，果汁浑浊防止剂、肉类黏结剂、分散剂、稳定剂（用于冰淇淋、干酪等）。能防止食品变色及防止维生素 C 分解。也用作水质软化剂。

【制法】 磷酸二氢钠法是简单而常用的制法。

磷酸二氢钠法：将食用磷酸二氢钠加热，于 95℃脱水成为无水磷酸二氢钠，然后送入箱式聚合炉中加热熔融聚合，当物料温度在 140～200℃时，先转化成酸式焦磷酸钠，再加热至 260℃时转化成环状偏磷酸钠，再加热至 500℃时聚合成三偏磷酸钠，经冷却、粉碎，制得食用三偏磷酸钠成品。其反应式如下：

$$NaH_2PO_4 \longrightarrow Na_2H_2P_2O_7 \xrightarrow{260℃} (NaPO_3)_n \xrightarrow{500℃} Na_3P_3O_9$$

【安全性】 一般公认是安全的（美国食品和药物管理局，1985年）。

包装及贮运：参见食用偏磷酸钾。

【生产单位】 徐州天嘉食用化工有限公司，四川成洪磷化工有限责任公司，湖北兴发化工集团股份有限公司，恒峰化工实业有限公司。

Am086 食用六偏磷酸钠

【别名】 食用格来汉氏盐

【英文名】 sodium hexametaphosphate for food；graham's salt for food

【结构式】 $(NaPO_3)_6$

【分子量】 611.77

【物化性质】 参见工业六偏磷酸钠。

【质量标准】 国家标准 GB 1890—2005

指标名称	指标
外观	无色透明玻璃片状或粒状
总磷酸盐(以 P_2O_5 计)/%	≥68.0
非活性磷酸盐(以 P_2O_5 计)/%	≤7.5
水不溶物/%	≤0.06
Fe/%	≤0.02
pH	5.8～6.5
As/%	≤0.0003
重金属(以 Pb 计)/%	≤0.001
F/%	≤0.003

注：砷（As）的质量分数、重金属（以 Pb 计）的质量分数和氟化物（以 F 计）的质量分数为强制性。

【用途】 在食品工业中用作食品品质改良剂，用于罐头、果汁饮料、奶制品、豆乳。可作 pH 调节剂、金属离子螯合剂、黏着剂和膨胀剂等。用于豆类、果蔬罐头，可以稳定天然色素，保护食品色泽；用在肉类罐头中可使脂肪乳化，保持质地均匀；用于肉类食品上可提高持水性，防止肉中脂肪变质。加入啤酒中，能澄清酒液，防止浑浊。

【制法】 磷酸二氢钠法：将液态黄磷喷入燃烧室燃烧，与空气氧化生成五氧化二磷，经水合生成磷酸，将稀磷酸加入反应器中，在搅拌下缓慢地加入烧碱溶液于80～100℃进行中和反应，使 pH 值达到4～4.4，生成磷酸二氢钠溶液，加入硫化碱进行净化，除去砷、重金属等杂质，过滤，将滤液经过脱水，于750～850℃通过20min熔聚反应，生成熔融六偏磷酸钠，用冷却水进行间接冷却以骤冷制片，粉碎，制得食用六偏磷酸钠成品。其反应式如下：

$$H_3PO_4 + NaOH \longrightarrow NaH_2PO_4 + H_2O$$

$$6NaH_2PO_4 \longrightarrow (NaPO_3)_6 + 6H_2O$$

【安全性】 ADI 0～70mg/kg（以磷计）。LD_{50} 4g/kg（大鼠，经口）。按我国 GB 2760—2014 规定，允许用于罐头、果汁饮料、奶制品、豆乳作为品质改良剂，最大使用量为1.0g/kg。作为复合磷酸盐使用时，以磷酸盐总计，罐头肉制品不得超过1.0g/kg，炼乳不得超过0.50g/kg。

应使用内衬食品级聚乙烯薄膜的双层牛皮纸作内包装。外包装为塑料编织袋。每袋净重25kg，内袋扎口；外袋应牢固缝合，缝线整齐，针距均匀，无漏缝和跳线现象。或按照用户要求进行包装。

每批出厂的食品添加剂六偏磷酸钠都应附有质量证明书，内容包括：生产厂名、厂址、产品名称、商标、净含量、批号或生产日期、产品质量符合本标准的证明、本标准编号及卫生许可证号。

应贮存在通风、干燥的库房内，需下垫垫层，防止受潮。运输时防雨淋，不受潮且包装不受污损，禁止与有毒和有害物质及其他污染物品混贮、混运。

食品添加剂六偏磷酸钠保持期为2

年，逾期进行检验，若合格，仍可继续使用。

【生产单位】 江阴澄星实业集团有限公司，四川蓝剑化工（集团）有限公司，云天化集团云南天创科技有限公司，重庆川东化工（集团）有限公司，什邡市志信化工有限公司，湖州永旺化工科技有限公司，徐州天嘉食用化工有限公司，贵阳富捷化工有限公司。

Am087 食用次磷酸钠

【英文名】 sodium hypophosphite for food

【结构式】 $NaH_2PO_2 \cdot H_2O$

【分子量】 105.99

【物化性质】 参见次磷酸钠。

【质量标准】 参考标准

表 1 食品级次磷酸钠的各项指标

指标名称	次磷酸钠($NaH_2PO_2 \cdot H_2O$)/%	As/%	F/%	重金属(以 Pb 计)/%	水不溶物/%
食品级	97～103	≤0.0003	≤0.0015	≤0.001	≤0.1

表 2 工业级和专业级次磷酸钠的各项指标

项目	专业级	工业级
次磷酸钠($NaH_2PO_2 \cdot H_2O$)含量/% ≥	102	100
亚磷酸钠(Na_2HPO_3)含量/% ≤	0.3	0.5
钙(Ca)含量/% ≤	0.003	0.003
铁(Fe)含量/% ≤	0.0002	0.0002
硫酸盐含量(以 SO_4^{2-} 计)/% ≤	0.01	0.01
氯化物(以 Cl^- 计)/% ≤	0.01	0.01
铅(Pb)含量/% ≤	0.0001	0.0001
砷(As)含量/% ≤	0.0001	0.0001
总金属(以 Pb 计)含量/% ≤	0.0002	0.0002
pH 值(5%水溶液)	6.0～8.0	6.0～8.0

【用途】 在食品工业中用作防腐剂、抗氧化剂。

【制法】

（1）一步法　将黄磷在惰性气体中与石灰乳和碳酸钠溶液加入高速乳化反应器，在搅拌的同时加入分散助剂，使磷的比表面积大大增加，因而反应速度加快，使反应器的混合物加热至温度在 45～90℃进行反应，放出磷化氢和氢气，反应结束后，过滤，滤液为次磷酸钠溶液。通入二氧化碳气以除去溶解在其中的氢氧化钙，过滤，除去碳酸钙。向滤液中加入除砷剂和除重金属剂进行溶液净化，过滤，除去砷和重金属等杂质。把滤液进行真空蒸发浓缩，经冷却结晶，离心分离出母液，制得食用次磷酸钠成品。其反应式如下：

$$2P_4 + 3Ca(OH)_2 + 6H_2O \longrightarrow 3Ca(H_2PO_2)_2 + 2PH_3$$

$$Ca(H_2PO_2)_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaH_2PO_4 + CaCO_3$$

（2）两步法　参见次磷酸钠复分解法，所不同的是，需要在生成次磷酸钠后，过滤除去碳酸钙，向滤液中加入除砷剂和除重金属剂进行溶液净化，过滤，除去砷和重金属等杂质。

【安全性】 一般公认是安全的（美国食品和药物管理局，1985 年）。

包装及贮运：参见工业次磷酸钠。

【生产单位】 湖北七八九化工有限公司，山东鲁科化工有限责任公司，上海陆安生物科技有限公司，江苏和纯化学工业有限公司，泰兴金缘精细化工有限公司。

Am088 食用三聚磷酸钾

【英文名】 potassium tripolyphosphate for food

【结构式】 $K_5P_3O_{10}$

【分子量】 448.35

【物化性质】 参见三聚磷酸钾。

【质量标准】 联合国粮农组织/世界卫生组织（FAO/WHO，1980 年）

指标名称	$\omega(K_5P_3O_{10}$，以干基计)/%	$\omega(P_2O_5)$/%	ω(水不溶物)/%	ω(F)/%	ω(As)/%	ω(重金属，以 Pb 计)/%	ω(灼烧失重，105℃ 4h 或 550℃ 30min)/%
指标（食品级）	≥85	46.5～48.0	≤2	≤0.001	≤0.0003	≤0.001	≤0.4

【用途】 在食品工业中用作组织改进剂，用作螯合剂、水质处理剂。

【制法】 常用生产方法有缩聚磷酸一步法和热法磷酸二步法。

热法磷酸二步法：参见工业三聚磷酸钾，所不同的是，要加入除砷剂和除重金属剂进行溶液净化，过滤除去砷和重金属等杂质。

【安全性】 ADI 0～70mg/kg（以磷计，FAO/WHO，1982 年）。按 FAO/WHO 规定：可用于肉汤类最高用量 1g/kg；速冻鱼片、虾等水产品，奶粉，奶油粉 5g/kg；干酪 9g/kg；甜炼乳、奶油 2g/kg；腌剂肉类、午餐肉等 3g/kg。

食品用聚乙烯塑料袋密封包装，每袋净重 5kg，每 4 袋为一大包，装于聚丙烯编织袋内。包装上应印有“食品添加剂”字样。

应贮存在阴凉、通风、干燥、清洁的库房内。防潮、防高温，防有毒有害物质污染，不得与有毒有害物品共贮混运。运输时防雨淋和裂日曝晒。装卸时要小心轻放，以免包装破裂。

失火时，可用水、砂土、各种灭火器扑救。

【生产单位】 什邡市志信化工有限公司，连云港东泰食品配料有限公司，成都好来化工有限公司，四川成洪磷化工有限责任公司，杭州同和化工有限公司，什邡市川鸿磷化工有限公司，邦业公司，什邡市金地亚美科技有限公司。

Am089 食用焦磷酸铁

【英文名】 ferric pyrophosphate for food

【结构式】 $Fe_4(P_2O_7)_3 \cdot 9H_2O$

【分子量】 907.36

【物化性质】 黄白色粉末。无臭，微有铁味。溶于无机酸、碱溶液、柠檬酸，不溶于冷水。

【质量标准】

1. 参考标准

指标名称	食品级
焦磷酸铁(以 Fe 计)/%	24.0～26.0
As/%	≤0.0003
Pb/%	≤0.001
灼烧失重/%	≤20
Hg/%	≤0.0003

2. Q/ZRS 001—2009

项目	指标
焦磷酸铁[以 $Fe_4(P_2O_7)_3 \cdot 10H_2O$ 计]含量/%	97.0～106.0
重金属(以 Pb 计)/% ≤	0.001
铅/% ≤	0.0005
砷(以 As 计)/% ≤	0.0003
灼烧失重(800℃，1h)/% ≤	20.0

【用途】 用于食品工业作营养增补剂（铁质强化剂），用于强化奶粉、婴儿食品及其他一般食品。

【制法】 其生产方法有硝酸铁法和氯化铁法。

硝酸铁法　将硝酸铁加入盛有蒸馏水的反应器中，在搅拌下缓慢加入无水焦磷酸钠进行反应，生成焦磷酸铁，加入除砷剂和除重金属剂进行溶液净化，过滤除去砷和重金属等杂质，向滤液中迅速加入新制备的聚丙烯酰胺水溶液，经静置倾出上层清液，浆液进行过滤，用热水洗涤，最后再用甲醇洗涤，在 80～90℃ 下干燥，制得食用焦磷酸铁成品，其反应式如下：

$$4Fe(NO_3)_3 + 3Na_4P_2O_7 \longrightarrow Fe_4(P_2O_7)_3 + 12NaNO_3$$

【安全性】 一般公认是安全的（美国食品和药物管理局，1985 年）。

用密封的食品用聚乙烯塑料袋包装，每袋净重 5kg，每 10 袋为一箱，包装于大纸箱内，包装上应印有“食品添加剂”字样。

应贮存在通风、干燥的库房内，勿使受潮变质，防止有毒有害物质污染。运输中不得与有毒有害物品混运，防日晒和雨淋。装卸时要小心轻放，防止包装破裂而受潮。

失火时，可用水、各种灭火器扑救。

【生产单位】 四川成洪磷化工有限责任公司，郑州瑞普生物工程有限公司，连云港云波化工有限公司，喜润化学工业，江苏瑞丰化工有限公司，徐州海成食品添加剂有限公司。

Am090 食用焦磷酸亚铁

【英文名】 ferrous pyrophosphate for food

【结构式】 $Fe_2P_2O_7$

【分子量】 285.64

【物化性质】 白色无定形沉淀，其中含有过量的焦磷酸钠。在空气中容易氧化，经绿色转变成褐色。常用其水溶液。呈浅绿至暗灰绿色乳状液体。无臭，稍有铁味。

【质量标准】 参考标准

指标名称	ω(焦磷酸亚铁液体)/%	水溶液溶状	$\omega(Cl^-)$/%	$\omega(SO_4^{2-})$/%	ω(As,以 As_2O_3 计)/%	ω(重金属，以 Pb 计)/%
指标(食品级)	1.7～2.5	微浊	≤0.007	≤0.096	≤0.000 02	≤0.000 4

【用途】 在食品工业中用作营养增补剂（铁质强化剂），用于强化奶粉、婴儿食品及其他一般食品。

【制法】

（1）硫酸亚铁法　将食品级硫酸亚铁结晶加入盛有蒸馏水的反应器中溶解，在搅拌下缓慢加入食用焦磷酸钠溶液，加热至 90℃以上进行反应 30min。待反应结束后，把此胶状溶液经离心分离（3000r/min）10min，除去上清液，得到沉淀再加入蒸馏水进行搅拌，再离心分离 10min，洗涤沉淀。除去上清液后再加入蒸馏水，经搅拌、洗涤、离心分离。收集沉淀，加入蒸馏水，用混合机充分混合搅拌，制得食用焦磷酸亚铁溶液。密封保存。其反应式如下：

$$2FeSO_4 + Na_4P_2O_7 \longrightarrow Fe_2P_2O_7 + 2Na_2SO_4$$

（2）氯化亚铁法　将已除去砷和重金属的精制氯化亚铁溶液加入反应器中，在搅拌下缓慢加入食用焦磷酸钠溶液，加热进行反应，生成反应溶液，经过滤，除去氯化钠，把此胶状溶液经离心分离，除去上清液，将得到的沉淀加入蒸馏水进行搅拌，再离心分离，洗涤沉淀。除去上清液后再加入蒸馏水，经搅拌、洗涤、离心分离，收集沉淀，加入蒸馏水，用混合机充分混合搅拌，制得食用焦磷酸亚铁溶液，密封保存。其反应式如下：

$$2FeCl_2 + Na_4P_2O_7 \longrightarrow Fe_2P_2O_7 + 4NaCl$$

【安全性】 一般公认是安全的（美国食品和药物管理局，1985 年）。

包装及贮运：参见食用焦磷酸铁。

【生产单位】 四川成洪磷化工有限责任公司。

Am091 食用焦磷酸钾

【英文名】 potassium pyrophosphate for food

【结构式】 $K_4P_2O_7$

【分子量】 330.35

【物化性质】 参见焦磷酸钾。

【质量标准】

1. 联合国粮农组织/世界卫生组织（FAO/WHO，1980 年）

指标名称	外观	ω($K_4P_2O_7$，以干基计)/%	ω(灼烧失重)/%	ω(水不溶物)/%	ω(F)/%	ω(As)/%	ω(Pb)/%	ω(重金属，以Pb计)/%
指标(食品级)	白色粉末	1.7～2.5	≤0.5	≤0.2	≤0.001	≤0.0003	≤0.001	≤0.002

2. GB 25562—2010

项目		指标
焦磷酸四钾质量分数/%	≥	95.0
砷(As)/(mg/kg)	≤	3
重金属(以Pb计)/(mg/kg)	≤	10
铅(Pb)/(mg/kg)	≤	2
氟化物(以F^-计)/(mg/kg)	≤	10
水不溶物质量分数/%	≤	0.1
pH(10g/L溶液)		10.5±0.5
灼烧减量质量分数/%	≤	0.5

【用途】 在食品工业中用作乳化剂、组织改进剂、螯合剂，还用作面制品用碱水的原料。多与其他缩合磷酸盐合用，通常用于防止水产罐头产生鸟粪石，防止水果罐头变色；提高冰淇淋膨胀度，提高火腿、香肠的得率及磨碎鱼肉的持水性；改善面类口味及提高得率，防止干酪老化等。

【制法】 中和煅烧法：将食品级30%磷酸加入中和器，在搅拌下缓慢地加入食品级苛性钾溶液进行中和反应，控制pH值在8.4为宜，把反应后的溶液加热，并加入活性炭脱色，过滤除去不溶物，澄清滤液加热至120～124℃进行蒸发浓缩，经冷却至20℃以下析出结晶，离心分离，得到三水合磷酸氢二钾，加热至120～130℃脱去结晶水，变成无水磷酸氢二钾，把它加入煅烧炉在500～600℃下进行煅烧聚合，经冷却，制得食用焦磷酸钾成品。其反应式如下：

$$H_3PO_4+2KOH \longrightarrow K_2HPO_4+2H_2O$$

$$2K_2HPO_4 \xrightarrow{\triangle} K_4P_2O_7+H_2O$$

制得的焦磷酸钾成品与0.1mol/L硝酸银溶液反应时，以没有正磷酸银沉淀黄色出现为合格。

【安全性】 ADI 0～70mg/kg（以磷计）。按FAO/WHO（1984年）规定用量：加工干酪其总磷酸盐为9g/kg（以磷计）；午餐肉3g/kg（以P_2O_5计）；速冻小虾或对虾5g/kg（以P_2O_5计）；熟肉末3g/kg（以无水物计）。

用内衬食品用聚乙烯塑料袋的聚丙烯编织袋包装，每袋净重25kg。包装上应印有“食品添加剂”字样。

应贮存在阴凉、通风、干燥、清洁的库房中，不可与有毒有害物品共贮混运。运输时要防雨淋和烈日曝晒，防潮。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

失火时，可用水、砂土、各种灭火器进行扑救。

【生产单位】 什邡市志信化工有限公司，江阴澄星实业集团有限公司，四川蓝剑化工（集团）有限公司，徐州天嘉食用化工有限公司，连云港东泰食品配料有限公司，成都好来化工有限公司，连云港科信化工有限公司，什邡市岐山化工有限公司，四川成洪磷化工有限责任公司。

Am092 食用无水焦磷酸钠

【英文名】 sodium pyrophosphate，anhydrous for food

【结构式】 $Na_4P_2O_7$

【分子量】 265.90

【物化性质】 与金属离子具有螯合性，具有分散作用、抗絮凝性、乳化性、防止脂肪氧化作用、酪蛋白增黏作用等。pH值高时具有抑制食品腐败、发酵的作用，其他参见无水焦磷酸钠。

【质量标准】 国家标准 GB 25557—2010

项目	指标
十水合焦磷酸钠($Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$)质量分数/% ≥	98.0
无水焦磷酸钠($Na_4P_2O_7$)质量分数/%	96.5～100.5
正磷酸盐	通过试验
pH(10g/L 溶液)	9.9～10.7
砷(As)/(mg/kg) ≤	3
氟化物(以 F^- 计)/(mg/kg) ≤	50
重金属(以 Pb 计)/(mg/kg) ≤	10
铅(Pb)/(mg/kg) ≤	4
水不溶物质量分数/% ≤	0.2
灼烧减量 $Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$ 质量分数/%	38.0～42.0
灼烧减量 $Na_4P_2O_7$① 质量分数/% ≤	0.5

① 灼烧减量（$Na_4P_2O_7$）指标为出厂时检验指标。

【用途】 用于罐头、果汁饮料、奶制品、豆乳等，作品质改良剂。通常多与其他缩合磷酸盐配成制剂使用。

【制法】 磷酸氢二钠法：先将食用磷酸氢二钠（$Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$）加热至115～130℃脱去结晶水，变成无水磷酸氢二钠，然后把无水磷酸氢二钠送到聚合炉中加热至160～240℃进行熔融聚合，经冷却、粉碎，制得食用无水焦磷酸钠成品。其反应式如下：

$$Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O \xrightarrow{\triangle} Na_2HPO_4 + 12H_2O$$

$$2Na_2HPO_4 \xrightarrow{\triangle} Na_4P_2O_7 + H_2O$$

【安全性】 ADI 0～70mg/kg（以总磷计）。按我国 GB 2760—2014 规定作为品质改良剂时最大使用量为 1.0g/kg。复合磷酸盐使用时，以磷酸盐总计：罐头肉制品不得超过1.0g/kg，炼乳不得超过 0.5g/kg。

内衬食品级聚乙烯袋，外包装采用塑料编织袋，聚乙烯袋的袋口焊封，每袋净重 25kg。箱上应印有“食品添加剂”字样。贮运参见无水焦磷酸钠。

【生产单位】 什邡市志信化工有限公司，湖州永旺化工科技有限公司，四川什邡市川鸿磷化工有限公司，江阴澄星实业集团有限公司，四川蓝剑化工（集团）有限公司，云天化集团云南天创科技有限公司，重庆川东化工（集团）有限公司，徐州天嘉食用化工有限公司，常州市川磷化工有限公司，湖北兴发化工集团股份有限公司。

Am093 食用结晶焦磷酸钠

【英文名】 sodium pyrophosphate，crystalline，for food

【结构式】 $Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$

【分子量】 446.06

【物化性质】 参见结晶焦磷酸钠。

【质量标准】 国家标准 GB 25557—2010

项目	指标
十水合焦磷酸钠($Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$)质量分数/% ≥	98.0
无水焦磷酸钠($Na_4P_2O_7$)质量分数/%	96.5～100.5
正磷酸盐	通过试验
pH(10g/L 溶液)	9.9～10.7
砷(As)/(mg/kg) ≤	3
氟化物(以 F^- 计)/(mg/kg) ≤	50
重金属(以 Pb 计)/(mg/kg) ≤	10
铅(Pb)/(mg/kg) ≤	4
水不溶物质量分数/% ≤	0.2
灼烧减量 $Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$ 质量分数/%	38.0～42.0
灼烧减量 $Na_4P_2O_7$① 质量分数/% ≤	0.5

① 灼烧减量（$Na_4P_2O_7$）指标为出厂时检验指标。

【用途】 在食品加工中用作品质改良剂，可用于罐头、果汁饮料、奶制品、豆乳等。

【制法】 重结晶法　将工业级结晶焦磷酸钠加入溶解槽，用无离子水溶解配成饱和溶液，然后加入脱色剂、除重金属剂、除砷剂进行净化，过滤除去杂质，滤液送入结晶器进行冷却结晶，离心分离，制得食

用结晶焦磷酸钠成品。其反应式如下：

$$Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O \longrightarrow Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$$

【安全性】 毒性及用量参见食用无水焦磷酸钠。

食品用聚乙烯塑料袋密封包装，每袋净重 5kg，每 10 袋用纸箱包装，每箱净重 50kg。包装袋上应印有“食品添加剂”字样。贮运参见结晶焦磷酸钠。

【生产单位】 湖州永旺化工科技有限公司，重庆川东化工（集团）有限公司，常州市川磷化工有限公司，湖北兴发化工集团股份有限公司。

Am094 食用酸式焦磷酸钠

【别名】 食用焦磷酸二氢二钠

【英文名】 sodium acid pyrophosphate for food

【结构式】 $Na_2H_2P_2O_7$

【分子量】 221.95

【物化性质】 白色单斜晶系结晶性粉末或熔融状固体，相对密度 1.86。溶于水，不溶于乙醇。水溶液与稀无机酸加热则水解成磷酸。酸式焦磷酸钠稍有吸湿性，吸水后形成六个结晶水合物。加热至 220℃以上时分解生成偏磷酸钠。用作膨松剂时可含有适量的铝盐和/或钙盐以控制反应速率。

【质量标准】 国家标准 GB 25567—2010

项目	指标
焦磷酸二氢二钠($Na_2H_2P_2O_7$)质量分数/%	93.0～100.5
水不溶物质量分数/% ≤	1.0
砷(As)/(mg/kg) ≤	3
重金属(以 Pb 计)/(mg/kg) ≤	10
铅(Pb)/(mg/kg) ≤	2
氟化物(以 F 计)/(mg/kg) ≤	50
pH(10g/L 溶液)	4.0±0.5

【用途】 用作发酵粉，用于烘烤食品，控制发酵速度，提高生产强度；用于方便面，缩小成品复水时间，不粘不烂。用于饼干糕点，缩短发酵时间，降低产品破损率，疏松空隙整齐，可延长贮存期。

【制法】 干燥聚合两步法：将食品级纯碱加入中和器，在搅拌下加热溶解，然后加入食品级磷酸进行中和反应，控制反应终点 pH＝4～4.4，生成磷酸二氢钠，将溶液在 70～80℃下过滤，把滤液蒸发浓缩，冷却结晶，离心分离，在 95℃时干燥脱水成为无水磷酸二氢钠。然后送到箱式聚合炉中加热熔融聚合，控制物料温度在 140～200℃进行聚合，转化的酸式焦磷酸钠经粉碎后包装，制得食用酸式焦磷酸钠。其反应式如下：

$$2H_3PO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaH_2PO_4 + H_2O + CO_2\uparrow$$

$$2NaH_2PO_4 \xrightarrow{\triangle} Na_2H_2P_2O_7 + H_2O$$

【安全性】 ADI 0～70mg/kg（以磷计），加工干酪 9g/kg（总磷酸盐量，以 P 计），午餐肉 3g/kg（以无水物计）。

用食品用聚乙烯塑料袋密封包装，每袋净重 5kg，每 10 袋为 1 箱，包装于大纸箱内。包装袋上应印有“食品添加剂”字样。

应贮存在通风、干燥的库房内，勿使受潮变质，防高温以免熔解，防有害物质污染。运输中不得与有毒有害物品混运。防烈日曝晒和雨淋。装卸时要小心轻放，防止包装破裂而受潮。

失火时，可用水、泡沫灭火器和二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 江阴澄星实业集团有限公司，武汉无机盐化工有限公司，四川蓝剑化工（集团）有限公司，云天化集团云南天创科技有限公司，徐州天嘉食用化工有限公司，吴江市曙光化工有限公司，连云港东泰食品配料有限公司，成都好来化工有限公司，湖北兴发化工集团股份有限公司，杭州同和化工有限公司，什邡市志信化工有限公司。

Am095 食用六水三聚磷酸钠

【别名】 食用六水磷酸五钠

【英文名】 sodium tripolyphosphate for food

【结构式】 $Na_5P_3O_{10} \cdot 6H_2O$

【分子量】 475.96

【物化性质】 白色立方柱体结晶或结晶性粉末。溶解于水，其水溶液呈碱性，1%水溶液的 pH 值为 9.5 左右。在 80℃时，六水三聚磷酸钠稳定，但在 85～120℃时脱水并分解生成磷酸二氢钠和焦磷酸钠，120℃以上时又重新化合成三聚磷酸钠。

【质量标准】 国家标准 GB 25567—2010

项目		指标
三聚磷酸钠($Na_5P_3O_{10}$)/%	≥	85.0
总磷酸盐(以 P_2O_5 计)/%		56.0～58.0
水不溶物/%	≤	0.1
氟化物(以 F^- 计)/(mg/kg)	≤	50
砷(As)/(mg/kg)	≤	3
重金属(以 Pb 计)/(mg/kg)	≤	10
铅(Pb)/(mg/kg)	≤	4

【用途】 适用于罐头、果汁饮料、奶制品、豆乳等作品质改良剂。主要供火腿罐头嫩化，蚕豆罐头中使豆皮软化。亦可用作软化剂和增稠剂。

【制法】 重结晶法 将工业级三聚磷酸钠溶解于有机溶剂中配成饱和溶液，加入脱色剂、除重金属剂、除砷剂，经净化、过滤后，进行冷却结晶或等温结晶，离心分离母液后，把结晶干燥，制得食用三聚磷酸钠成品。其反应式如下：

$$Na_5P_3O_{10}+6H_2O \longrightarrow Na_5P_3O_{10} \cdot 6H_2O$$

【安全性】 ADI 0～70mg/kg（以磷计）。LD_{50} 4g/kg（大鼠，经口）。按我国 GB 2760—2014 规定可作为罐头、果汁饮料、奶制品、豆乳的品质改良剂，最大用量 2.0g/kg；作为复合磷酸盐使用时，以磷酸盐总计：罐头肉制品不得超过 1.0g/kg；炼乳不得超过 0.5g/kg。

食品用聚乙烯塑料袋密封包装，每袋净重 5kg，每 4 袋为一大包，装于聚丙烯编织袋内。包装上应印有“食品添加剂”字样。贮运参见三聚磷酸钠。

【生产单位】 四川什邡市川鸿磷化工有限公司，江阴澄星实业集团有限公司，武汉无机盐化工有限公司，四川蓝剑化工（集团）有限公司，云天化集团云南天创科技有限公司，重庆川东化工（集团）有限公司，徐州天嘉食用化工有限公司，贵阳富捷化工有限公司。

Am096 食用酸式磷酸铝钠

【英文名】 sodium aluminium acid phosphate for food

【结构式】 $NaAl_3H_{14}(PO_4)_8 \cdot 4H_2O$

【分子量】 949.88

【物化性质】 白色粉末，无臭。溶于盐酸，微溶于水，1%的水溶液 pH 值小于 2.8。溶于水后，经过约 4h，其溶解物中 P_2O_5 与 Al 的比值不同于原样品。当结晶的磷酸铝钠脱去结晶水时，其晶体结构重排，即使再水合，也不能恢复原有晶体结构。加热至 130～170℃下，结晶酸或磷酸铝钠脱去结晶水，变成无水物。

【质量标准】 联合国粮农组织/世界卫生组织（FAO/WHO，1982 年）

项目	ω[$NaAl_3H_{14}(PO_4)_8 \cdot 4H_2O$]/%	ω(灼烧失重，700～800℃，2h)/%	ω(F)/%	ω(As)/%	ω(Pb)/%	ω(重金属，以 Pb 计)/%
指标	≥95	≤0.20	≤0.002 5	≤0.0003	≤0.001	≤0.004

【用途】 用于饲料添加剂，作为脂肪控制剂，以抑制家禽家畜脂肪的生长；还主要用于食品工业中用作发酵膨松剂。为降低居民膳食铝摄入过量可能带来的健康风险，自 2014 年 7 月 1 日起我国禁止再用于食品生产中。

【制法】 磷酸法：将已除砷的精制热法磷酸加入反应器中，加热至40～50℃时在搅拌下加入食用纯碱溶液，继续加热至90～120℃时加入已除砷和重金属的精制氢氧化铝进行反应，生成半透明反应产物，由于加热赶除水分，反应产物越来越黏稠。当达过饱和后即出现结晶，待全部形成结晶后，经离心分离，把结晶于80～120℃进行干燥，制得酸式磷酸铝钠成品。其反应式如下：

$$16H_3PO_4+Na_2CO_3+6Al(OH)_3 \longrightarrow \text{本品}+11H_2O+CO_2\uparrow$$

【安全性】 ADI 0～6mg/kg（FAO/WHO，1982年）。一般公认是安全的（美国食品和药物管理局，1985年）。

包于内塑料袋、外牛皮纸袋或聚丙烯编织袋中，净重25kg/袋。

应贮存在阴凉、通风、干燥、清洁的库房内，勿受潮。不得与有毒有害物品共贮混运。运输时要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，以免包装破裂。

失火时，可用水、砂土、各种灭火器扑救。

【生产单位】 广州全奥化工产品有限公司，徐州恒世磷酸盐有限公司。

Am097 食用碱式磷酸铝钠

【英文名】 sodium aluminium phosphate, basic, for food

【结构式】 $Na_8Al_2(OH)_2(PO_4)_4$

【分子量】 651.804

【物化性质】 白色粉末，无臭。溶于盐酸，微溶于水。溶于水后，经过约4h，其溶解物中P_2O_5与Al的物质量的比值不同于原样品。

【质量标准】 联合国粮农组织/世界卫生组织（FAO/WHO，1982年）

项目	碱式磷酸铝钠（以Al_2O_3计）/%	灼烧失重/%	F/%	As/%	Pb/%	重金属(以Pb计)/%
指标	9.5～12.5	≤9	≤0.0025	≤0.0003	≤0.001	≤0.004

【用途】 在食品工业中用作乳化剂，但禁止用于膨化食品生产中。

【制法】 磷酸法：将食用碳酸钠溶液和精制氢氧化铝加入，反应器中，在搅拌下将已除砷的精制稀磷酸缓慢加入，加热进行反应，生成反应溶液，冷却至室温，过滤，除去杂质和未反应物。按反应计量补加食用纯碱，调整P、Na、Al的摩尔比，调好后保温，送去喷雾干燥，得到粉状成品，经冷却，制得食用碱式磷酸铝钠成品。

【安全性】 ADI 0～6mg/kg（暂定，指磷酸铝钠类的总和；FAO/WHO，1985年）。一般公认为是安全的（美国食品和药物管理局，1985年）。按FAO/WHO（1984年）规定，可用于加工干酪，最大使用量9g/kg（总磷酸盐量，以磷计）。

包装及贮运：参见食用酸式磷酸铝钠。

【生产单位】 南京华悦磷酸盐厂。

Am098 药用磷酸氢钙

【别名】 药用磷酸二钙

【英文名】 calcium hydrogen phosphate for medicinal

【结构式】 $CaHPO_4\cdot 2H_2O$

【分子量】 172.09

【物化性质】 参见磷酸氢钙。

【质量标准】

1. 江苏药品标准（1990年）

指标名称	$CaHPO_4\cdot 2H_2O$/%	灼烧失重/%	盐酸不溶物/(mg/kg)	Cl^-/%	SO_4^{2-}/%	碳酸盐	钡盐	重金属(以Pb计)/%	As/%	F/%
指标	98～105	24.5～26.5	≤5.0	≤0.05	≤0.2	通过	通过	≤0.003	≤0.001	≤0.015

2. 其他标准

指标名称		USP-31
外观		白色粉末
含量(以 $CaHPO_4$ 计)/%		98.0～103.0
氟化物(F)/%	≤	0.005
灼烧失重/%		6.6～8.5
重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.003
铅/%	≤	—
砷(As)/%	≤	0.0003
盐酸不溶物/%	≤	0.2
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤	0.5
氯化物(Cl^-)/%	≤	0.25
碳酸盐		通过试验
钡		通过试验

【用途】 主要用作药片填充剂、吸附剂，医疗上用作人体缺乏钙、磷的补充剂。

【制法】 复分解法：经脱氟、除砷和重金属的合格磷酸与食用纯碱溶液进行中和反应，得到合乎要求的磷酸二氢钠、磷酸氢二钠混合液，送入带有高速搅拌装置的反应器中。再把经提纯脱色的氯化钙溶液在高速搅拌下加入进行复分解反应。然后再加入经提纯脱色的纯碱溶液进行中和。反应结束后，经过漂洗、离心脱水、干燥、粉碎，制得药用磷酸氢钙成品。其反应式如下：

$$4H_3PO_4+3Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaH_2PO_4+2Na_2HPO_4+3H_2O+3CO_2\uparrow$$

$$2NaH_2PO_4+CaCl_2 \longrightarrow Ca(H_2PO_4)_2+2NaCl$$

$$Ca(H_2PO_4)_2+Na_2CO_3 \longrightarrow CaHPO_4+Na_2HPO_4+H_2O+CO_2\uparrow$$

$$Na_2HPO_4+CaCl_2 \longrightarrow CaHPO_4+2NaCl$$

【安全性】

ADI 0～70mg/kg（以磷计）。

包装及贮运：参见食用磷酸氢钙。

【生产单位】 江阴澄星实业集团有限公司，宿迁市现代化工有限公司，连云港市德邦精细化工有限公司，连云港市四友精细化工有限公司，湖北巨胜科技有限公司，江苏科伦多食品配料有限公司，连云港东泰食品配料有限公司。

Am099 药用二水磷酸二氢钠

【别名】 药用二水磷酸一钠

【英文名】 sodium dihydrogen phosphatedihydrate for medicinal；monosodium phosphate dihydrate，medicinal

【结构式】 $NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$

【分子量】 156.01

【物化性质】 参见二水磷酸二氢钠。

【质量标准】 《中国药典》(2010 年版)

项目	$NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$ /%	Cl^-/%	SO_4^{2-}/%	pH	铝盐/%	钙盐/%	重金属(以 Pb 计)/%	As/%	干燥失重/%
指标	≥98.0	≤0.010	≤0.050	4.1～4.5	≤0.010	≤0.010	≤0.001	≤0.0005	10～15

【用途】 医药工业用于制兴奋片剂和果子盐。

【制法】 重结晶法：将工业级磷酸二氢钠溶于 80～85℃无离子水中配成饱和溶液，加入脱色剂、除重金属剂、除砷剂进行提纯。再加入食用磷酸调节 pH 值。经过滤、冷却结晶、离心分离、室温下干燥，制得药用二水磷酸二氢钠成品。其反应式如下：

【安全性】 ADI 0～70mg/kg（以磷计），LD_{50}＞2g/kg（土拨鼠，经口）。

包装上应有批号、生产日期、“药用品”字样、生产许可证号等标志。其他见食用磷酸二氢钠。

【生产单位】 四川金山制药有限公司，连云港科信化工有限公司，南京化学试剂有限公司，廊坊鹏彩精细化工有限公司，湖南九典制药有限公司。

Am100 饲料用磷酸二氢钙

【英文名】 calcium dihydrogen phosphate for feed

【结构式】 $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$

【分子量】 252.07

【物化性质】 参见磷酸二氢钙。

【质量标准】

1. 化工行业标准 HG/T 2861—2006

项目		指标
总磷(P)质量分数/%	≥	22.0
水溶性磷(P)质量分数/%	≥	20.0
钙(Ca)质量分数/%		13.0～16.5
氟(F)质量分数/%	≤	0.18
砷(As)质量分数/%	≤	0.003
重金属(以 Pb 计)质量分数/%	≤	0.003
铅(Pb)质量分数/%	≤	0.003
细度(通过 0.5mm 网孔的试验筛)/%	≥	95
pH 值(2.4g/L 溶液)	≥	3
水分/%	≤	4.0

注：用户对细度有特殊要求时，由供需双方协商。

2. 国家标准 GB/T 22548—2008

项目		指标
总磷(P)含量/%	≥	22.0
水溶性磷(P)含量/%	≥	20.0
钙(Ca)含量/%	≥	13.0
氟(F)含量/%	≤	0.18
砷(As)含量/%	≤	0.003
重金属(以 Pb 计)含量/%	≤	0.003
铅(Pb)含量/%	≤	0.003
游离水分含量/%	≤	4.0
pH 值(2.4g/L 溶液)	≥	3
细度(通过 0.5mm 试验筛)/%	≥	95

注：用户对细度有特殊要求时，由供需双方协商。

【用途】 该产品在饲料加工中作为钙、磷的补充剂。

【制法】 将饲料用磷酸氢钙溶解于热法磷酸中，控制 pH 值在 3.2 左右时，生成磷酸二氢钙，加入除砷剂、除重金属剂，过滤，经浓缩、冷却结晶，离心分离、干燥，制得饲料用磷酸二氢钙。其反应式如下：

$$CaHPO_4 \cdot 2H_2O + H_3PO_4 \longrightarrow Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + H_2O$$

【安全性】 毒性及用量参见食用磷酸二氢钙。

用内衬聚乙烯塑料薄膜袋的编织袋包装，每袋净重 25kg，袋口焊封。包装上应印有“饲料添加剂”字样。

贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。不得与有毒有害物品共贮混运，运输过程中要防雨淋和受潮，搬运时要轻装轻卸，防止包装破裂。

【生产单位】 瓮福（集团）有限责任公司，恒峰化工实业有限公司，什邡市聚源化工有限公司，青州金通饲料有限公司，四川川恒化工股份有限公司，四川蜀灿化工有限责任公司，连云港巨佳化工科技有限公司。

Am101 饲料用磷酸氢钙

【别名】 饲料用磷酸二钙

【英文名】 calcium hydrogen phosphate for feed; calcium phosphate, secondary for feed

【结构式】 $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$

【分子量】 172.09

【物化性质】 参见磷酸氢钙。外观：本品为白色、微黄色、微灰色粉末或颗粒状。

【质量标准】 国家标准 GB/T 22549—2008

项目		Ⅰ型	Ⅱ型	Ⅲ型
总磷(P)含量/%	≥	16.5	19.0	21.0
枸溶性磷(P)含量/%	≥	14.0	16.0	18.0

续表

项目		Ⅰ型	Ⅱ型	Ⅲ型
水溶性磷(P)含量/%	≥	—	8	10
钙(Ca)含量/%	≥	20.0	15.0	14.0
氟(F)含量/%	≤	0.18		
砷(As)含量/%	≤	0.003		
铅(Pb)含量/%	≤	0.003		
镉(Cd)含量/%	≤	0.001		
细度(粉状通过 0.5mm 试验筛)/%	≥	95		
(粒状通过 2mm 试验筛)/%	≥	90		

注：用户对细度有特殊要求时，由供需双方协商。

【用途】 用作家禽的辅助饲料，能促使饲料消化，使家禽体重增加，以增加产肉量、产乳量、产蛋量，同时还可治疗牲畜的佝偻病、软骨病、贫血症等。

【制法】

(1) 直接混合反应法　将含 H_3PO_4 70%～80%的热法磷酸加热至 40～50℃，与 100 目含 95% $CaCO_3$ 的方解石粉一同加入混合器中混合，发生剧烈反应生，成磷酸氢钙和磷酸二氢钙混合物。物料经切碎、熟化后，物料中剩余的碳酸钙和磷酸二氢钙尽可能转化为磷酸氢钙。然后再送到回转窑烘干至含游离水 3%以下，再经粉碎制得饲料用磷酸氢钙。其反应式如下：

$$2H_3PO_4+2CaCO_3 \longrightarrow 2CaHPO_4 \cdot 2H_2O+2CO_2\uparrow$$

(2) 二段中和法　以萃取磷酸为原料需进行净化，净化磷酸多用石灰石粉分步沉淀。即在第一段将石灰石悬浮液的 70%～75%加入中和器与萃取磷酸进行中和反应，使其中的 40%～65% P_2O_5 沉淀出来，经过滤后，把滤液送到第二段中和器，再加入剩余的石灰石悬浮液进行中和反应，沉淀出饲料用磷酸氢钙，经过滤，滤饼送去干燥，制得饲料用磷酸氢钙。其反应式如下：

$$2H_3PO_4+2CaCO_3 \longrightarrow 2CaHPO_4 \cdot 2H_2O+2CO_2\uparrow$$

【安全性】 用内衬食品级聚乙烯塑料袋，外套聚丙烯编织袋包装，每袋净重 25kg 或 50kg。包装上印有"饲料添加剂"字样。

贮运参见磷酸氢钙。

【生产单位】 重庆川东化工（集团）有限公司，瓮福（集团）有限责任公司，四川龙蟒集团，诸城市纳宝磷酸氢钙厂，宿迁市现代化工有限公司，恒峰化工实业有限公司，安徽省南陵县正泰饲料有限责任公司，青州金通饲料有限公司，四川川恒化工股份有限公司，连云港巨佳化工科技有限公司。

Am102 饲料用磷酸钙

【别名】 饲料用磷酸三钙

【英文名】 calcium phosphate tertiary for feed; tricalcium phosphate for feed

【结构式】 $Ca_3(PO_4)_2$

【分子量】 310.18

【物化性质】 参见食用磷酸三钙。

【质量标准】

1. 参考标准

指标名称		ω(P_2O_5)/%	ω(可溶性钙)/%	ω(水分)/%	ω(F)/%	ω(As)/%	ω(Pb)/%	ω(≥1mm 粒子)/%	ω(不溶解于盐酸溶液的灼烧残渣)/%
指标	特级品	41～42	≥34	≤1	≤0.2	≤0.0002	≤0.002	≤1	≤10
	一级品	28～29	≥30	≤1	≤0.2	≤0.0002	≤0.002	≤1	≤10

2. Q/YHY 01—2003 饲料级磷酸三钙企业标准

项目	指标		
	优等品	一等品	合格品
溶于0.4%盐酸 ω(P)/% ≥	18.0	16.0	14.0
溶于0.4%盐酸 ω(Ca)/% ≥	30.0	28.0	26.0
ω(P)/% ≤	0.18	0.18	0.18
ω(As)/% ≤	0.0002	0.001	0.001
ω(Pb)/% ≤	0.003	0.003	0.005
ω(酸不溶物)/% ≤	10.0	15.0	20.0
ω(H_2O)/% ≤	1.0	1.0	1.0
细度(通过500μm试验筛)/% ≥	95	95	95

【用途】 用作家禽饲料添加剂，能促使饲料消化，使家禽体重增加。同时还可治疗牲畜的佝偻病、软骨病等。

【制法】 工业生产采用过磷酸钙法。

过磷酸钙法　将经干燥、粉碎至2mm左右的过磷酸钙细粒送入煅烧炉中，在890～1300℃下不断搅动8～10h，经脱氟（800～900℃）、脱硫（>1200℃）处理后出料，经冷却、粉碎，经85 μm筛的筛分，制得饲料用磷酸钙成品。其反应式如下：

$$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O \longrightarrow Ca(PO_3)_2 + 3H_2O$$

$$Ca(PO_3)_2 + CaSO_4 \longrightarrow Ca_2P_2O_7 + SO_3$$

$$Ca_2P_2O_7 + CaSO_4 \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2 + SO_3$$

氟的逸出：

$$H_2SiF_6 \longrightarrow SiF_4 + 2HF\uparrow$$

$$4HF + SiO_2 \longrightarrow SiF_4 + 2H_2O$$

【安全性】 ADI 0～70mg/kg（以磷计，FAO/WHO，1985年）。

用内衬食品用聚乙烯薄膜袋的多层牛皮纸袋包装，外套聚丙烯编织袋，每袋净重25kg，包装上应有明显的防潮标志，并印有“饲料添加剂”字样。

应贮存在阴凉、通风、干燥、清洁的库房内，防潮。不得与有毒物质和其他污染性物品共贮混运。运输时要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要小心轻放，防止包装破损。

失火时，可用水、砂土、各种灭火器进行扑灭。

【生产单位】 瓮福（集团）有限责任公司，宿迁市现代化工有限公司，恒峰化工实业有限公司，安徽省南陵县正泰饲料有限责任公司，青州金通饲料有限公司，连云港巨佳化工科技有限公司。

Am103 饲料用磷酸二氢钾

【别名】 饲料用磷酸一钾

【英文名】 potassium dihydrogen phosphate for feed; monopotassium phosphate for feed

【结构式】 KH_2PO_4

【分子量】 136.09

【物化性质】 参见磷酸二氢钾。

【质量标准】 化工行业标准 HG 2860—2011

项目	指标
磷酸二氢钾(KH_2PO_4)(以干基计)/% ≥	98.0
(以P计)/% ≥	22.3
钾(以K计,干基)/% ≥	28
水分/% ≤	0.5
氯化物(以Cl^-计)/% ≤	1.0
硫酸盐(以SO_4^{2-})/% ≤	0.5
砷(As)/% ≤	0.001
重金属(以Pb计)/% ≤	0.002
氟化物(以F^-计)/% ≤	0.18

【用途】 用作饲料营养补充剂。

【制法】 工业生产方法有中和法、复分解法、萃取法、电渗析法、离子交换法等。

复分解法：将30%氢氧化钠溶液加入盛有蒸馏水的反应器中，在搅拌下缓慢加入85%磷酸进行中和反应，使溶液中

和至 pH4.1～4.3，制得磷酸二氢钠，然后加入 90%氯化钾于 100℃左右进行复分解反应，并保温半小时使其达到平衡，加入除砷剂和除重金属剂进行溶液净化，过滤，除去砷和重金属等杂质，滤液冷却至常温，加入已除砷的磷酸调 pH4.4～4.7，用水调相对密度为 1.274～1.285（31～32°Bé），搅拌 30min 后，析出结晶，经离心分离，制得饲料用磷酸二氢钾成品。其反应式如下：

$$NaH_2PO_4 + KCl \longrightarrow KH_2PO_4 + NaCl$$

母液蒸发至 108～109℃时，料液由澄清转为白色，得到氯化钠结晶，过滤除去。滤液返回流程使用。

【安全性】 ADI 0～70mg/kg（以磷计），一般公认是安全的。

用内衬食品级聚乙烯塑料袋密封包装，外套塑料编织袋，每袋净重 25kg 或 50kg。包装上应有明显的“防潮”标志，并印有“饲料添加剂”字样。

应贮存在通风、干燥、阴凉、清洁的库房内，包装要密封、防潮。不得与有毒物品和其他污染物品共贮混运。运输时要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

失火时，可用水、砂土、各种灭火器进行扑救。

【生产单位】 武汉无机盐化工有限公司，恒峰化工实业有限公司，四川川恒化工股份有限公司。

Am104 饲料用磷酸氢二铵

【别名】 饲料用磷酸二铵

【英文名】 ammonium hydrogen phosphate for feed; diammonium phosphate for feed

【结构式】 $(NH_4)_2HPO_4$

【分子量】 132.06

【物化性质】 参见磷酸氢二铵。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 3774—2005

项目	指标
磷酸氢二铵(以 P 计)/%	22.7±0.4
氮(N)/% ≥	19
氟(F)/% ≤	0.05
砷(As)/% ≤	0.002
铅(Pb)/% ≤	0.002
水分/% ≤	0.3
pH 值(50g/L 溶液) ≥	7.0
细度(通过 6mm 网孔的试验筛筛余物)/%	0

【用途】 用作反刍动物的饲料添加剂。

【制法】 以湿法磷酸为原料生产饲料用磷酸氢二铵，其生产过程要经两步脱氟，三段氨化，及磷酸三铵热解为饲料用磷酸氢二铵。其生产成本比以黄磷为原料的方法低。

湿法磷酸法：将含 20%～30% P_2O_5、1.2%～2% F 的萃取磷酸，经气体净化系统送入反应装置中，经过三段氨化使杂质形成易过滤的沉淀物，把沉淀物经压滤机分离，滤液为含 P_2O_5<15%、F 0.4%、SO_4^{2-} 2.5%～3%和固体悬浮物约 1%的磷酸二铵溶液，为了进一步除去溶解的杂质和部分固体悬浮物，将滤液送入另一个反应装置中通氨饱和，再放入冷却结晶器中冷却结晶，生成磷酸三铵结晶。经锥形沉降槽使结晶与母液分离，再经离心脱水，把结晶放入沸腾炉热解为磷酸氢二铵，经干燥，制得饲料用磷酸氢二铵成品，其反应式如下：

$$H_3PO_4 + 2NH_3 \longrightarrow (NH_4)_2HPO_4$$

$$(NH_4)_2HPO_4 + NH_4OH \longrightarrow (NH_4)_3PO_4 + H_2O$$

$$(NH_4)_3HPO_4 \cdot 3H_2O \xrightarrow{70℃} (NH_4)_2HPO_4 + NH_3 + 3H_2O$$

含有磷酸氢二铵粉尘和氨气的混合气体经旋风分离器除尘后，再在洗涤器内用湿法磷酸喷淋吸收。

【安全性】 ADI 0～70mg/kg（以磷计，FAO/WHO，1985 年）。一般公认是安全

的（美国食品和药物管理局，1985 年）。

包装及贮运：参见食用磷酸二氢铵。

【生产单位】 连云港巨佳化工科技有限公司，衢州瑞尔丰化工有限公司。

Am105 饲料用磷酸氢二钾

【别名】 饲料用磷酸二钾

【英文名】 potassium hydrogen phosphate for feed；dipotassium phosphate for feed

【结构式】 $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$

【分子量】 228.22

【物化性质】 参见食用磷酸氢二钾。

【用途】 用作饲料营养补充剂。

【制法】 参见食用磷酸氢二钾。

【质量标准】 参考标准

指标名称	ω(K_2HPO_4，以干基计)/%	ω(As)/%	ω(Cl^-)/%	ω(SO_4^{2-})/%	ω(重金属,以Pb计)/%	ω(干燥失重,105℃,4h)/%	碳酸盐	澄清度
食品级	≥98.0	≤0.0002	0.01	≤0.02	≤0.002	≤5.0	符合规定	符合规定

产品外观为白色结晶或块状。

【安全性】 ADI 0～70mg/kg（以磷计），一般公认是安全的。

包装及贮运：参见饲料用磷酸二氢钾。

【生产单位】 连云港巨佳化工科技有限公司，贵州黔磷磷化工有限公司。

An 硅化合物及硅酸盐

硅化合物最主要的原料是石英砂，也有少部分以其他非金属矿物质为原料。在诸多硅化合物及硅酸盐的制造中多以由石英砂为原料合成的硅酸钠（或钾）——水玻璃为出发原料。其品种主要包括二氧化硅、硅胶、硅溶胶、硅酸盐、硅铝酸盐、碳化硅、氮化硅、沸石分子筛等。由于制造方法、工艺条件等的不同，可制造出性能、功能各异的繁多硅系产品。

二氧化硅按照制法的不同可分为气相二氧化硅和沉淀水合二氧化硅（亦称白炭黑）。

硅胶是用水玻璃经无机酸分解，再经一系列处理，达到适宜的孔结构而得到的，被广泛用于吸附剂、催化剂载体、干燥剂及化学分析中。

硅溶胶是二氧化硅胶体微粒在水中均匀扩散形成的胶体溶液，硅溶胶的制备主要有两种方法，即凝聚法和分散法。利用在溶液中的化学反应首先生成 SiO_2 超微粒子，然后通过成核、生长，制得 SiO_2 溶胶的方法为凝聚法；利用机械分散将 SiO_2 微粒在一定条件下分散于水中制得 SiO_2 溶胶的方法，即分散法。

硅酸盐品种较多，由于二氧化硅与金属氧化物摩尔比不同而有很多规格。工业化最早、应用最广、产量最大的是水玻璃。

硅铝酸盐包括结晶形硅铝酸盐和无定形硅铝酸盐。沸石分子筛是结晶铝硅酸金属盐的水合物。国内外已开发合成沸石分子筛数十种，广泛用于催化剂领域，尤其是在石油化工方面催化应用更为广泛。另外，合成沸石分子筛在合成洗涤剂中代替三聚磷酸钠在国外已趋于普遍化。日本和西方国家已有 90% 以沸石代替了三聚磷酸钠。德国迪高沙公司开发的无定形硅铝酸盐，是可部分代替钛白的新型颜料。

碳化硅和氮化硅是一类新型的结构材料和功能材料。由于其相对密度均小于氧化铝和氧化锆，硬度、破坏韧性与氧化铝和氧化锆基本相等，热导率低于氧化铝和氧化锆，耐热冲击性也远远高于氧化铝和氧化锆，因此是高科技发展不可缺少的材料。

目前我国硅胶、硅溶胶、沸石分子筛都已形成一定的生产能力。沉淀水合二氧化硅主要用作橡胶工业的补强填料。超细二氧化硅主要用于硅橡胶、塑料薄膜开口剂、涂料增稠剂等。硅溶胶已广泛应用于化工、精密铸

造、纺织、造纸、涂料、食品、电子、选矿等领域。在啤酒行业应用二氧化硅可改进啤酒的稳定性。我国硅胶生产发展很快，已开发生产出许多新的品种，主要用于食品、医药、石油化工等行业，并且大部分出口到西方国家。碳化硅和氮化硅国内也有少量生产。

我国硅砂质优而丰富，是开发更新更高质量硅化合物产品的有利条件。但我国的硅化物生产与发达国家相比还有一定差距，在产品品种、应用领域方面还有待开拓。今后还应朝着高附加值化、高功能化拓深，以适应我国高科技的发展需求。

An001 硅酸

【英文名】 silicic acid

【结构式】 H_4SiO_4；$xSiO_2 \cdot yH_2O$

【分子量】 96.1149

【物化性质】 硅酸为玻璃状无色透明的无定形颗粒，不溶于水和无机酸，溶于氢氟酸和浓苛性碱溶液。加热到150℃分解为SiO_2，相对密度2.1～2.3。

【质量标准】 参考标准（青岛美高集团有限公司）

指标名称		指标
不挥发物/%	≤	0.4
硫酸盐/%	≤	0.02
氯化物/%	≤	0.005
铁(以Fe计)/%	≤	0.005
重金属(以Pb计)/%	≤	0.01
灼烧失重/%		20～28

【用途】 用于油脂和蜡的脱色、色层分离，并用作催化剂和吸附剂。

【制法】 盐酸法：将细孔球形硅胶用盐酸浸泡4～6h后用纯水洗涤，烘干72h以上，用纯水洗涤后，再在70～80℃二次烘干，制得硅酸。

【安全性】 无危险性。用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋包装，每袋净重25kg。包装上应有明显的防潮标志，贮存在清洁干燥的库房中。运输中避免雨淋和受潮，不可与易挥发或易飞扬物质共贮混运。装卸时要小心轻放，防止包装破损。

【生产单位】 青岛美高集团有限公司，青岛海洋化工有限公司，大冶亚欣新型材料有限公司（湖北），西安门捷科技有限责任公司。

An002 β型碳化硅粉末

【英文名】 β silicon carbide powder

【结构式】 SiC

【分子量】 40.0962

【物化性质】 β-SiC，即立方碳化硅，浅黄色透明立方晶系晶体。溶于熔融的氢氧化钾，不溶于冷、热水及酸。晶体结构规整，具有良好的化学惰性，对氧化和热波动有很好的承受力。具有低的膨胀系数和较高的传热系数。其他物性见下表。

性质		物理常数
熔点		2973℃(分解)
摩尔热/[J/(mol·K)]		24.7(276K)
线膨胀系数(373K)		6.58×10^{-6}
(1173K)		2.98×10^{-6}
密度/(g/cm)		3.216
晶体结构		立方体(3C)
分解温度/℃		2830±40
压缩系数		0.21×10^{-6}
蒸发活化能/(kJ/mol)		244.5
生成热/(kJ/mol)		111.8
热导率/[W/(m·k)]		6.28～9.63
燃烧热/(kJ/mol)		30.343
硬度	莫氏(Mohs)	9.25～9.6
	维氏(Vickers)	2.500～2.900
磁化率/H		-12.8×10^{-6}

【质量标准】

1. 参考企业标准（陕西西科博尔科技有限责任公司）

（1）β-SiC 磨料级微粉

用于制造高级油石、精细研磨/抛光液、替代金刚石、B_4C、AIN 等。微粉粒度分级符合国家标准要求。

<table>
<tr><th rowspan="2">产品类型</th><th colspan="3">粒度分布/μm</th><th colspan="12" rowspan="2">β-SiC 含量/%</th></tr>
<tr><th>D90</th><th>D50</th><th>D10</th></tr>
<tr><td>W1</td><td>0.64</td><td>0.49</td><td>0.35</td><td colspan="3" rowspan="3">98.00</td><td colspan="3" rowspan="3">98.50</td><td colspan="3" rowspan="3">99.00</td><td colspan="3" rowspan="3">99.50</td></tr>
<tr><td>W2.5</td><td>2.31</td><td>1.90</td><td>1.46</td></tr>
<tr><td>W3.5</td><td>2.84</td><td>2.39</td><td>1.75</td></tr>
<tr><td>W5</td><td>4.19</td><td>3.31</td><td>2.72</td><td colspan="2" rowspan="2">97.00</td><td colspan="2" rowspan="2">98.00</td><td colspan="2" rowspan="2">98.50</td><td colspan="2" rowspan="2">99.00</td><td colspan="2" rowspan="2">99.50</td><td colspan="2" rowspan="2">99.99</td></tr>
<tr><td>W7</td><td>6.25</td><td>5.70</td><td>4.70</td></tr>
<tr><td>W10</td><td>6.25</td><td>5.70</td><td>4.70</td><td colspan="3" rowspan="4">97.00</td><td colspan="3" rowspan="4">98.00</td><td colspan="3" rowspan="4">99.00</td><td colspan="3" rowspan="4">99.90</td></tr>
<tr><td>W14</td><td>8.66</td><td>7.74</td><td>6.27</td></tr>
<tr><td>W20</td><td>15.74</td><td>14.31</td><td>12.05</td></tr>
<tr><td>W28</td><td>37.21</td><td>21.61</td><td>18.94</td></tr>
</table>

（2）β-SiC 研磨液、抛光液

适用于不锈钢、铜、铝、铸铁、硅片、玻璃、陶瓷等材质的研磨抛光。

粒度：0.5μm、1.0μm、1.5μm、2.5μm、3.5μm、5μm、7μm、10μm、14μm、20μm。

规格：0.5L、1L、5L、20L 等。

2. 参考企业标准（秦皇岛一诺高样板材料开发有限公司）

<table>
<tr><th colspan="3" rowspan="2">指标名称</th><th colspan="2">产品型号</th></tr>
<tr><th>碳化硅（β-SiC 晶须）</th><th>碳化硅（β-SiC 粉体）</th></tr>
<tr><td colspan="2">相含量/%</td><td>≥</td><td>99</td><td>99(β 相)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">化学成分/%</td><td>C</td><td>></td><td colspan="2">30</td></tr>
<tr><td>S</td><td><</td><td colspan="2">0.12</td></tr>
<tr><td>P</td><td><</td><td colspan="2">0.005</td></tr>
<tr><td>Fe_2O_3</td><td><</td><td colspan="2">0.01</td></tr>
<tr><td colspan="3">粒度/μm</td><td colspan="2">根据用户要求提供</td></tr>
</table>

【用途】 由于其具有高热稳定性及高强度、高热传导性等特性，广泛应用于原子能材料、化学装置、高温处理、电加热原件及电阻器等中。用于磨料、磨具、高级耐火材料、精细陶瓷。

【制法】 二氧化硅碳化还原法：把平均粒径 0.01μm 的二氧化硅粉末 1 份（质量份，以下同）与平均粒径 0.05μm 的炭粉末 2 份及平均粒径 0.1μm 以下的微细结晶性 β 型碳化硅粉末 0.04 份混合，然后放入石墨容器中，在氩气流下（流量：2L/min），在 1600℃反应 5h，再将反应生成物在空气中于 700℃加热 2h，以除去残留的炭，制得 β 型碳化硅粉末产品。其反应式如下：

$$SiO_2 + 3C \longrightarrow SiC + 2CO$$

【安全性】 无危险性。用聚乙烯塑料袋，外套聚丙烯编织袋包装。每袋净重 25kg。应贮存在通风、阴凉、干燥的库房内，不得与无机酸、碱共贮混运。运输中防雨淋，装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

【生产单位】 陕西西科博尔科技有限责任公司，徐州捷创新材料科技有限公司，江苏连云港供电局东海碳化硅厂，秦皇岛一诺高新材料开发有限公司。

An003 碳化硅

【英文名】 silicon carbide；carborundum

【别名】 金刚砂

【结构式】 SiC

【分子量】 40.10

【物化性质】 碳化硅为黑色、绿色颗粒砂或微粉，是共价键化合物。有75种晶形，主要为α、β型。β-SiC是低温稳定形，当加热到2100℃时，开始向α型转变，在2400℃时则迅速转变。α为六方晶系，溶点>2700℃，热膨胀系数（0℃）为4.7×10^{-6}/K，热导率0.5566W/(cm·K)。纯者为无色晶体，相对密度3.06～3.20，硬度高，莫氏硬度9.2～9.6，威氏硬度2800～3300。导热性好，热膨胀系数低，在氧化气氛中可使用到1600℃。

【质量标准】 国家标准《普通磨料碳化硅》GB 2480—2008

表1 陶瓷结合剂磨具、砂带用碳化硅磨料的化学成分

牌号	粒度范围	化学成分/%		
		SiC不少于	游离C不多于	Fe_2O_3不多于
C	F4～F90 P12～P100	98.60	0.20	0.40
	F100～F150 P120～P150	98.10	0.25	0.50
	F180～F220 P180～P220	97.20	0.30	0.55
	F230～F280 P240～P360	97.20	0.30	0.55
	F320～F500 P400～P1000	97.00	0.35	0.60
	F600～F800 P1200～P1500	96.50	0.40	0.60
	F1000～F1200 P2000～P2500	95.50	0.50	0.70
GC	F4～F90 P12～P100	99.10	0.20	0.20
	F100～F150 P120～P150	98.60	0.25	0.45
	F180～F220 P180～P220	98.00	0.30	0.50
	F230～F280 P240～P360	98.00	0.30	0.50
	F320～F500 P400～P1000	97.50	0.30	0.50
	F600～F800 P1200～P1500	97.00	0.35	0.50
	F1000～F1200 P2000～P2500	96.50	0.40	0.50

表 2　有机结合剂磨具、手工打磨的砂页用碳化硅磨料的化学成分

牌号	粒度范围	化学成分/%		
		SiC 不少于	游离 C 不多于	Fe_2O_3不多于
C-B 和 C-P	F4～F90 P12～P100	98.10	0.25	0.50
	F100～F150 P120～P150	97.60	0.30	0.60
	F180～F220 P180～P220	96.70	0.35	0.65
	F230～F280 P240～P360	96.70	0.35	0.65
	F320～F500 P400～P1000	96.50	0.40	0.70
	F600～F800 P1200～P1500	96.00	0.45	0.70
	F1000～F1200 P2000～P2500	95.00	0.55	0.80
GC-B 和 GC-P	F4～F90 P12～P100	98.60	0.25	0.25
	F100～F150 P120～P150	98.10	0.30	0.50
	F180～F320 P180～P220	97.50	0.30	0.60
	F230～F280 P240～P360	97.50	0.35	0.60
	F320～F500 P400～P1000	97.00	0.35	0.60
	F600～F800 P1200～P1500	96.50	0.40	0.65
	F1000～F1200 P2000～P2500	96.00	0.45	0.65

表 3　碳化硅磨料磁性物含量

粒度范围		磁性物含量/%≤	
		陶瓷结合剂磨具、砂带用	有机结合剂磨具、手工打磨的砂页用
黑碳化硅	F4～F30 P12～P30	0.0300	0.0750
	F36～F60 P36～P60	0.0250	0.0650
	F70～F120 P80～P150	0.0200	0.0550
	F150～F220 P180～P220	0.0150	0.0350

续表

粒度范围		磁性物含量/%≤	
		陶瓷结合剂磨具、砂带用	有机结合剂磨具、手工打磨的砂页用
绿碳化硅	F4～F30 P12～P30	0.0200	0.0350
	F36～F60 P36～P60	0.0170	0.0300
	F70～F120 P80～P150	0.0150	0.0250
	F150～F220 P180～P220	0.0120	0.0200

磨料粒度及其组成、磨料粒度组成测定方法按 GB/T 2481.2—2009。

GB/T 9258.1—2000《涂附磨具用磨料　粒度分析　第 1 部分：粒度组成》。

GB/T 9258.2—2008《涂附磨具用磨料　粒度分析　第 2 部分：粗磨粒 P12～P220 粒度组成的测定》。

GB/T 9258.3—2000《涂附磨具用磨料　粒度分析　第 3 部分：微粉 P240～P2500 粒度组成的测定》。

理化指标：

项目	SiC	Fe_2O_3	F.C	密度
Ⅰ	≥97%	≤1.2%	≤0.3%	3.2g/cm^3
Ⅱ	≥90%	≤1.5%	≤0.5%	3.2g/cm^3

欧洲标准（FEPA）：F240＃、F280＃、F320＃、F400＃、F500＃、F600＃、F800＃、F1000＃、F1200＃、F1500＃、F1800＃。

日本标准（JIS）：＃240、＃280、＃320、＃360、＃400、＃500、＃600、＃700、＃800、＃1000、＃1200、＃1500、＃2000、＃2500、＃3000、＃4000、＃6000、＃8000。

【用途】 以其高硬度、耐磨损和化学稳定性好等优异性能在工业上有较为广泛的用途。适合制作固结及涂料、磨具、湿式或干式喷射沙；适于加工硬度、抗张强度较大的金属材料及精密仪器，微型轴承，量规等特种工件的超细研磨和抛光，及光学电子、玻璃、陶瓷、石材、玛瑙及高级珠宝、玉器等非金属材料的研磨和抛光。用作耐火材料、耐磨耗材料、电阻发热元件和变阻器。其单晶为半导体，也用作磨料。在石墨中加入保护性氧化物，可以提高石墨的抗氧化性，延长石墨的使用寿命。用作炼钢的脱氧剂和铸铁组织的改良剂，制造四氯化硅的原料和硅树脂工业的主要原料。用于有色金属冶炼工业的高温间接加热材料，如竖罐蒸馏炉、精馏炉塔盘、铝电解槽、铜熔化炉内衬、锌粉炉用弧形板、热电偶保护管等；用于制作耐磨、耐蚀、耐高温等高级碳化硅陶瓷材料；还可以制作火箭喷管、燃气轮机叶片等。此外，其也是高速公路、航空飞机跑道、太阳能热水器等的理想材料之一。

【制法】 气相反应法：以四氯化硅、四氯化碳和氢气为原料，把这种混合气体送到感应加热的供结晶生长用基材上，使之反应，与此同时使碳化硅结晶在此基材上析出。根据反应气的浓度比、结晶生长温度、输送气体的流速、结晶生长用基材的种类等条件的不同，其析出的结晶形状有所改变。在 $SiCl_4/CCl_4$＝1.4～1.8（摩尔比），结晶生长温度 1400～1500℃，氢气流速 120cm/min 以下的场合，得到须状结晶。超过这个范围则生成粒状结晶或在表面形成薄层。

以石英砂、石油焦（或煤焦）、木屑（生产绿色碳化硅时需要加食盐）等原料在电阻炉内经高温（2000～2500℃）冶炼而成。起反应式为：

$$SiO_2+3C\longrightarrow SiC+2CO$$

【安全性】

毒性及防护：吸入碳化硅粉尘则沉积于肺部而引起肺部疾病。工作人员要穿戴全身防护服及有关劳保用品、防止粉尘吸入。

包装及贮运：用聚乙烯塑料袋密封口，外套聚丙烯编织袋包装，每袋净重25kg。贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，不可与无机酸、碱共贮混运，运输过程中要防雨淋，搬运时要轻装轻卸，防止包装破损。失火时，可用水、干砂土和二氧化灭火器扑救。

【生产单位】 白鸽磨料磨具有限公司，白山市能源金刚砂料有限公司，东海县中和碳化硅制品有限公司，淄博昆旭高温材料有限公司，山东金鸿新材料有限责任公司，淄博鑫烨磨料磨具有限公司，河南巩义市西村晨阳磨料厂，枣庄市鑫阳磨料磨具有限公司，平度市朋东金刚砂厂，东海县东宝磨料厂，淄博中川磨料磨具有限公司。

An004 氮化硅粉体

【英文名】 silicon nitride powder

【结构式】 Si_3N_4

【分子量】 140.28

【物化性质】 灰色、白色或灰白色。六方晶系，晶体呈六面体。密度3.44g/cm³，莫氏硬度9～9.5，维氏硬度约为2200，显微硬度为32630MPa，熔点1900℃（加压下），常压下1900℃分解，比热容0.71J/(g·K)，生成热为－751.57kJ/mol，热导率为16.7W/(m·K)，线胀系数为2.75×10^{-6}℃$^{-1}$（20～1000℃）。易溶于氢氟酸，不溶于冷、热水及稀酸，对于浓硫酸和浓氢氧化钠溶液作用也极缓慢。

【质量标准】 建材行业标准《氮化硅陶瓷粉体》JC/T 2134—2012

外观质量：产品为浅灰色粉体，不允许有肉眼可见杂质。

粒度：粉体平均粒径≤0.5μm，最大粒径≤1.5μm。

显微结构：粉体晶粒形状为类球形或等轴形。

化学成分：高α相氮化硅陶瓷粉体的元素及相含量应符合表1的规定。

表1 高α相氮化硅陶瓷粉体的元素及相含量

类别	α相含量/%	元素含量/%					
		N	Fe	Al	Ca	游离Si	O
T类	≥95	≥38.5	≤0.05	≤0.05	≤0.06	≤0.1	≤1.0
Ⅰ类	≥93	≥38.2	≤0.07	≤0.07	≤0.08	≤0.3	≤1.0
Ⅱ类	≥90	≥37.8	≤0.12	≤0.12	≤0.13	≤0.5	≤1.2
Ⅲ类	≥90	≥37.0	≤0.24	≤0.24	≤0.25	≤0.8	≤1.5

高β相氮化硅陶瓷粉体的元素及相含量应符合表2的规定。

表2 高β相氮化硅陶瓷粉体的元素及相含量

类别	β相含量/%	元素含量/%					
		N	Fe	Al	Ca	游离Si	O
Ⅰ类	≥93	≥38.2	≤0.07	≤0.07	≤0.08	≤0.3	≤1.0
Ⅱ类	≥90	≥37.8	≤0.12	≤0.12	≤0.13	≤0.5	≤1.5

【用途】 氮化硅粉末作为工程陶瓷材料，在工业上有广泛用途。主要用于超高温燃气透平、飞机引擎、透平叶片、热交换器、电炉等。也可作耐热涂层，用于火箭和原子能反应堆。氮化硅还能应用到太阳能电池。

【制法】 一般可采用硅直接氮化法、二氧化硅还原法、卤化物和氢化物的气相沉积法、激光气相合成法等。二氧化硅还原法较为常用，化学反应方程式为：

$$SiO_2+C \longrightarrow SiO+CO$$

$$3SiO+3C+2N_2 \longrightarrow Si_3N_4+3CO$$

【安全性】 无危险性。用内衬塑料袋的桶密封包装。内包装里应附有产品合格证，其内容包括产品名称、批号、生产日期和检验员编号等。应贮存在通风、阴凉、干燥的库房内，运输中要防雨淋和防潮。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

【生产单位】 淄博恒世科技发展有限公司，中材高新材料股份有限公司，山东硅元新型材料有限责任公司，合肥开尔纳米技术发展有限责任公司。

An005 氮化硅晶须

【英文名】 silicon nitride whisker

【分子式】 Si_3N_4

【分子量】 140.28

【物化性质】 有 α 型和 β 型。相对密度 3.18，熔点 1900℃。具有高强度、高弹性模量、低热膨胀率，以及优良的耐热性、电绝缘性、化学稳定性等特性。β 型比 α 型在高温条件下稳定性更高。硬度大，莫氏硬度 9。拉伸强度 13720MPa，弹性模量 382200MPa，纤维直径 0.1～0.6μm，纤维长 5～200μm。

【质量标准】 参考企业标准（合肥开尔纳米技术发展有限责任公司）

品名指标	纳米氮化硅晶须
晶型	面心立方
纯度/%	>99.0
平均粒度(直径×长度)/nm	100×800
比表面积/(m^2/g)	>50
松装密度/(g/cm^3)	0.05
外观颜色	浅褐色

【用途】 用作高温陶瓷复合材料和特殊金属复合材料，亦可作绝热材料使用。

【制法】 硅直接氮化法：

$$3Si+2N_2 \longrightarrow Si_3N_4$$

二氧化硅碳热还原法：

$$3SiO_2+6C+2N_2 \longrightarrow Si_3N_4+6CO$$

气相合成法：

$$3SiCl_4+4NH_3 \longrightarrow Si_3N_4+12HCl$$

【安全性】 无危险性。用聚乙烯塑料袋，外套聚丙烯编织袋包装，每袋净重 25kg。应贮存在通风、阴凉、干燥的库房内，不可与氢氟酸共贮混运，运输中要防雨淋和防潮。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

【生产单位】 合肥开尔纳米技术发展有限责任公司，上海京士威精细陶瓷有限公司，上海广济硅材料有限公司，北京嘉安恒科技有限公司。

An006 高纯一氧化硅

【英文名】 silicon monoxide micropowder, pure

【结构式】 SiO

【分子量】 44.08

【物化性质】 白色立方体或黄土色无定形粉末，不透明，在空气中热处理时，其土色粉末变成白色粉末。相对密度 2.13，熔点 1702℃，沸点 1880℃，折射率（550nm）1.8～1.9，透明浓度 0.4～9μm。在氧气中燃烧，不溶于水，溶于热的碱溶液、稀氢氟酸与硝酸的混酸中。

【质量标准】 参考企业标准（中彰国际有限公司）

指标名称		指　标	指标名称		指　标
一氧化硅(SiO)	>	99%	镍(Ni)	<	100×10^{-6}
铁(Fe)	<	100×10^{-6}	钙(Ca)	<	50×10^{-6}
铜(Cu)	<	50×10^{-6}	铝(Al)	<	100×10^{-6}
锰(Mn)	<	50×10^{-6}	钛(Ti)	<	50×10^{-6}

【用途】 用于电子工业、半导体材料、精细陶瓷、光学玻璃及电池等。

【制法】 将 SiO_2 含量为 99.5%的二氧化硅粉末和煤沥青粉末混合，C/SiO_2 混合摩尔比为 2.0，混合物经减压加热处理，其温度为 1600℃，压力为 1.013kPa，经还原反应生成 SiO 蒸气，通入氩气，将 SiO 蒸气凝结输送，制成 0.1μm 以下的一氧化硅粉末。化学反应方程式为：

$$SiO_2+C \longrightarrow SiO+CO$$

【安全性】 无危险性。内衬聚乙烯塑料袋，外套聚丙烯编织袋包装，每袋净重 25kg。应贮存在阴凉、通风、干燥、清洁的库房内。

【生产单位】 中彰国际有限公司，徐州沛县日进文硅品材料有限公司，百灵威科技有限公司（北京），上海迈瑞尔化学技术有限公司。

An007 沉淀二氧化硅

【别名】 白炭黑；沉淀水合二氧化碳

【英文名】 precipitated silica; white carbon black

【结构式】 $SiO_2 \cdot nH_2O$

【分子量】 60.08

【物化性质】 沉淀二氧化硅俗称白炭黑，又称水合硅酸、轻质二氧化硅，外观为白色无定形粉末或颗粒状粉体，由原级粒子聚集成支链状的二次粒子组成。原级粒子一般在 10～15nm，由此聚集而成的沉淀二氧化硅有很大的内表面积。表面层的硅原子由于价键不饱和而形成表面羟基，其种类有双羟基、相邻羟基、隔离羟基。质轻，相对密度 2.32～2.65，熔点 1750℃。能溶于苛性碱和氢氟酸，不溶于其他酸类、水和各种溶剂。耐高温、不燃、有吸水性、电绝缘性好。对基质和活性组分及添加剂显示出化学惰性。对维生素、激素、氟化物、抗生素、酶制剂及化妆品中常用的许多活性成分有良好的相容性。由于具有多孔性及大的比表面积，在生胶中有较大的分散力。填充于橡胶中显示出高的补强性。

【质量标准】 化工行业标准《橡胶配合剂 沉淀水合二氧化硅》HG/T 3061—2009

序号	项　目	指标		测试方法
		粒/粉状	块状	
1	二氧化硅含量(干品)/%	≥90	≥90	HG/T 3062—2008
2	颜色	不次于标样	不次于标样	HG/T 3063—2008
3	45μm 筛余物/%	≤0.5	≤0.5	HG/T 3064—2008
4	加热减量/%	4.0～8.0	5.0～8.0	HG/T 3065—2008
5	灼烧减量(干品)/%	≤7	≤7	HG/T 3066—2008
6	pH	5.0～8.0	6.0～8.0	HG/T 3067—2008
7	总铜含量/(mg/kg)	≤10	≤30	HG/T 3068—2008
8	总锰含量/(mg/kg)	≤40	≤50	HG/T 3069—2008
9	总铁含量/(mg/kg)	≤500	≤1000	HG/T 3070—2008
10	邻苯二甲酸二丁酯吸收值/(cm^3/g)	2.0～3.5	—	HG/T 3072—2008

续表

序号	项　　目	指标		测试方法
		粒/粉状	块状	
11	水可溶物/%	≤2.5	≤2.5	HG/T 3748—2014
12	300%定伸应力/MPa	≥5.5	≥5.5	HG/T 2404—2008
13	500%定伸应力/MPa	≥13.0	≥13.0	
14	拉伸强度/MPa	≥19.0	≥19.0	
15	断裂伸长率/%	≥550	≥550	

注：1. 颜色比较用标样，由供需双方共同商定。

2. 300%定伸应力、500%定伸应力、拉伸强度和断裂伸长率采用 GB/T 528—2009 中规定的哑铃型铰刀。

3. 断裂伸长率高于 600%时，只考核 500%定伸应力；否则，只考核 300%定伸应力。

【用途】 用作天然橡胶和合成橡胶的补强剂。主要用于彩色雨鞋、运动鞋、旅游鞋、透明胶鞋底等胶鞋制造业，橡胶轮胎制造业以及脱谷胶辊中。

此外，可用于合成树脂的填料、油墨、药品和化妆品的增稠剂、牙膏增稠剂和摩擦剂、油漆和不饱和树脂增稠剂、涂料消光剂、新闻纸轻量化的主要助剂等。

【制法】 以水玻璃和硫酸为原料，通过两段（或三段）加酸法制备沉淀二氧化硅是较为通用的生产工艺。反应方程式为：

$$Na_2O \cdot nSiO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow nSiO_2 + Na_2SO_4 + H_2O$$

【安全性】 无危险性。包装与贮运用内衬聚乙烯塑料袋，外套双层牛皮纸袋或塑料编织袋包装，每袋净重 15kg、20kg、25kg。或用聚丙烯吨袋包装，每袋净重 300kg、500kg、600kg。贮存在通风、干燥处，避免受潮和污染。

【生产单位】 确成硅化学股份有限公司，株洲兴隆化工实业有限公司，青州联科白炭黑有限公司，德固赛嘉联白炭黑（南平）有限公司，无锡恒诚硅业有限公司，福建省三明正元化工有限公司，河北龙星化工股份有限公司，晋江富联化工有限公司，福建正盛无机材料股份有限公司，罗地亚白炭黑（青岛）有限公司，山西同德化工股份公司，通化双龙化工股份有限公司，福建沙县金沙白炭黑制造有限公司，三明同晟化工有限公司，山东弘兴白炭黑有限责任公司，三明市丰润化工有限公司，江西黑猫炭黑股份有限公司，南吉化学工业有限公司，连云港连吉化学工业有限公司。

An008 沉淀二氧化硅（涂料）

【英文名】 precipitated silica，coatings

【结构式】 $SiO_2 \cdot nH_2O$

【分子量】 60.08

【物化性质】 用于涂料的沉淀二氧化硅为人工合成的白色流动性粉末，化学纯度高，不溶于水、各种有机溶剂和一般的酸、碱，只与浓碱和氢氟酸反应，化学惰性高。X 射线为无定形，具有较大的比表面积、孔容及严格的粒度分布，其折射率为 1.46。

【质量标准】

1. 美国 W. R. Grace Davison Go 公司主要消光剂型号及物化指标

指标	C803	C807	C809	C906	ED2	ED5	ED30
SiO_2(干基)/%	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0
平均粒径/μm	3.5	7.0	9.0	6.0	4.3	9.0	5.5
干燥损失/%	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5

续表

指标	C803	C807	C809	C906	ED2	ED5	ED30
pH值(5%悬浮液)	3.5	3.5	3.5	3.5	7.0	7.0	7.0
吸油值/(g/100g)	280	280	280	260	300	320	280
孔容/(mL/g)	2.0	2.0	2.0	2.0	1.8	1.8	1.8
表面处理	无	无	无	有机	无	无	有机

2. 化工行业标准《消光用二氧化硅》HG/T 4526—2013

消光用二氧化硅的产品名称以类型代号（NA/NB和CA/CB）加典型的典型粒径（$d_{50}/\mu m$）构成。分类名称见表1。生产者可参照表1命名本标准中未包含的消光用二氧化硅产品。

表1　分类名称

N类			C类		
A型	B型	典型粒径$d_{50}/\mu m$	A型	B型	典型粒径$d_{50}/\mu m$
NA-2	NB-2	2	CA-3	CB-3	3
NA-3	NB-3	3	CA-4	CB-4	4
NA-5	NB-5	5	CA-5	CB-5	5
NA-7	NB-7	7	CA-7	CB-7	7
NA-9	NB-9	9	CA-9	CB-9	9

示例：凝胶法亲水型（产品表面未经处理）粒径（d_{50}）1.5～2.5μm，产品类型代号以NA-2表示。

消光用二氧化硅按本标准的试验方法检测，各类别应符合表2中相应的技术要求。

表2　消光用二氧化硅N类技术要求

项　目		NA型					NB型				
		NA-2	NA-3	NA-5	NA-7	NA-9	NB-2	NB-3	NB-5	NB-7	NB-9
粒径$d_{50}/\mu m$		1.5～2.5	2.5～4.0	4.0～6.0	6.0～8.0	8.0～10.0	1.5～2.5	2.5～4.0	4.0～6.0	6.0～8.0	8.0～10.0
孔容/(mL/g)	≥	1.80	1.80	1.80	1.50	1.20	1.90	1.80	1.80	1.50	1.20
比表面积(BET)/(m^2/g)		250～300	250～300	270～300	300～350	300～350	250～300	250～300	270～300	300～350	300～350
吸油值/(g/100g)		220～280					210～260				
二氧化硅(SiO_2)质量分数/%	≥	99.0					99.0				
干燥减量(105℃)质量分数/%	≤	5.0					5.0				
灼烧失重(1000℃)质量分数/%	≤	6.0					13.0				
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.03					0.05				
钠(Na)质量分数/%	≤	0.16					0.30				
pH值(5%水悬浮液)		6～8					6～8				
白度/%	≥	93					93				

【用途】　在溶剂型涂料、水性涂料、紫外光固化涂料、粉末涂料体系中作为消光剂使用，作为厚浆涂料及不饱和树脂的增稠剂，家具油漆、卷材涂层、PVC塑料壁

纸、雨衣帐篷等物品的平光剂。

【制法】 将用凝胶法制备的沉淀法二氧化硅（或经有机改性后）经干燥、超细粉碎、分级、包装，即为涂料专用添加剂。

【安全性】 无危险性。用纸塑口袋，每袋净重 5.0kg、10kg。贮存在通风、干燥处，避免受潮和污染。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

【生产单位】 广州凌玮科技集团有限公司，冷水江三A新材料科技有限公司，北京航天赛德粉体材料技术有限公司，山西天一纳米材料科技有限公司，广东阳山伟达化工有限公司，福建省沙县金沙白炭黑制造有限公司，嘉善三江化工有限公司，福建正盛无机材料股份有限公司，东莞市圣源化工有限公司。

An009 沉淀二氧化硅（抛光液）

【英文名】 precipitated silica，polish material

【结构式】 $SiO_2 \cdot nH_2O$

【分子量】 60.08

【物化性质】 本产品有乳白色液体和白色无定形粉末两种。前者主成分为二氧化硅，无毒、无味、纯度高，对硅单晶片的抛光具有质量好、抛光速度快、不沉淀、流动性好等优点。后者相对密度 2.2，熔点 1670℃，无臭、无味，热膨胀系数小。可溶于氢氟酸生成四氟化硅气体，不溶于水，与熔融碱反应生成硅酸盐。

【质量标准】

1. 参考企业标准（天津化学试剂一厂）

指标名称	指标
二氧化硅(SiO_2)/%	4～6
pH 值	9.5～10.5 或 10.5～11.0
平均粒径/nm	10～50
金属杂质(Na、K、Ca、Mg、Cu、Zn、Pb、Fe)/%	$<2\times10^{-4}$～5×10^{-4}

2. 参考企业标准（西安化学试剂厂）

指标名称	指标
二氧化硅(SiO_2)/%	≥99.0
灼烧失重/%	≤0.5
铁(Fe)/%	≤0.01
氯化物/%	≤0.01
氢氟酸不溶物/%	≤1

【用途】 主要用于光学玻璃、手机镜面、硅片、陶瓷、宝石等行业的镜面抛光。用于单晶硅片研磨及其他半导体基片和机械加工行业。

【制法】 将硅酸钠溶液通过离子交换树脂交换，得到活性较大的硅溶胶，经分选、浓缩，再加入添加剂配制而成二氧化硅抛光液。

【安全性】 无危险性。用 20kg、25kg、50kg、200kg 塑料桶包装液体产品。

【生产单位】 天津化学试剂一厂，西安化学试剂厂，深圳市方达研磨技术有限公司。

An010 疏水性二氧化硅

【英文名】 silica，hydrophobic

【结构式】

$$\left.\begin{matrix}(SiO_2)_m \\ (SiO_2)_m\end{matrix}\right\rangle \left[Si\left\langle\begin{matrix}CH_3 \\ CH_3\end{matrix}\right.\right]_n$$

【物化性质】 白色无定形精细粉末，具有疏水性。不溶于水及酸，能溶于苛性钾（钠）及氢氟酸。高温下不分解，具有高的电绝缘性。无毒、无臭、无氧化性、无腐蚀性，不燃烧。

【质量标准】 参考企业标准（通化双龙化工股份有限公司）

项　　目	技术标准
二氧化硅　≥	91
颜色	优于等于标样
加热减量/%　≤	4.0
45μm 筛余物/%　≤	0.3

续表

项　目	技术标准
灼烧减量/%　　　　⩽	7.0
pH值	7.0～8.5
疏水性	在水中无明显沉淀

【用途】 可用作白色橡胶制品的补强剂、塑料填充剂、油墨增稠剂及干粉灭火剂的防结块剂。

【制法】 二甲基二氯硅烷法：将稀释净化的水玻璃进行离子交换除掉钠离子，然后加入盐酸进行酸热回流浓缩，加入二甲基二氯硅烷单体溶剂进行疏水处理，脱除溶剂，干燥制得疏水性二氧化硅。

【安全性】 无危险性。内衬聚乙烯塑料袋，外套双层牛皮纸袋包装，每袋净重1～8kg。贮存在通风、干燥处，避免受潮和污染。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损，保质期12个月。

【生产单位】 通化市双龙化工股份有限公司，广州市人民化工厂，安徽敬业纳米科技有限公司，广州延瑞化工有限公司，寿光市宝特化工有限公司。

An011 气相二氧化硅

【别名】 气相白炭黑

【英文名】 pyrogenic silica；fumed silica

【结构式】 $SiO_2 \cdot nH_2O$

【分子量】 60.08

【物化性质】 白色无定形粉末。表观密度0.03～0.05g/cm^3，相对密度2.2，折射率1.45，电阻率10×10Ω·cm，熔点1750℃。能溶于苛性碱和氢氟酸，与其他酸和各种溶剂不作用。高温不分解，不燃烧，具有电绝缘性。表面硅醇基上的羟基活性比沉淀二氧化硅的高。具有增稠性、触变性、吸附性、与其他物质的化学结合性以及对橡胶的良好补强性。

【质量标准】 国家标准《气相二氧化硅》GB/T 20020—2013

表1　典型分类名称

A类（亲水型）	B类（疏水型）	NSA典型值/(m^2/g)
A90	B90	90
A110	B110	110
A150	B150	150
A200	B200	200
A250	B250	250
A300	B300	300
A380	B380	380

表2　技术指标

项目	要求	
	A类	B类
氮吸附比表面积/(m^2/g)	典型值±30	典型值±30
灼烧减量/%	⩽2.5	⩽10.0
二氧化硅质量含量/%	⩾99.8	⩾99.8
三氧化二铝含量/(mg/kg)	⩽400	⩽400
二氧化钛含量/(mg/kg)	⩽200	⩽200
三氧化二铁含量/(mg/kg)	⩽30	⩽30
碳含量/%	⩽0.2	⩾0.3
氯化物含量/(mg/kg)	⩽250	⩽250
悬浮液pH	3.7～4.5	⩾3.5
105℃挥发物/%	⩽3.0	⩽1.0
振实密度/(g/dm^3)	30～60	30～60
45μm筛余物/(mg/kg)	⩽250	—

注：1. 碳含量可以是灼烧减量的一部分。

2. 疏水产品碳含量可根据不同产品由相关方协商。

3. 用1+1的甲醇水溶液，相关方经协商一致亦可使用1+1的乙醇水溶液。

4. 振实密度亦可根据包装型式由相关方协商。

5. 压缩产品和氮吸附比表面积低于90m^2/g的特殊型号由相关方协商。

【用途】 用作硅橡胶补强剂，在油漆和不饱和树脂中作为增稠剂，还可用作电线、电缆、电子元件包封料，黏合剂助剂、医药赋形剂、催化剂载体及油墨增稠和抗黏剂与化妆品助剂等。

【制法】 化学气相沉积（CAV）法，又

称热解法、干法或燃烧法。其原料一般为四氯化硅、氧气（或空气）和氢气，在高温下热解反应而成。用硅烷或硅氧烷处理改性亲水性气相二氧化硅生产疏水性的气相二氧化硅。化学反应方程式为（以 $SiCl_4$ 为例）：

$$SiCl_4 + 2H_2 + O_2 \xrightarrow{燃烧} SiO_2 + 4HCl$$

【安全性】 无危险性。内衬聚乙烯塑料袋，外套双层牛皮纸袋或编织袋包装。每袋净重 2.5kg、5kg、10kg。贮存在通风、干燥处，避免受潮和污染。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损，保质期 12 个月。

【生产单位】 广州吉必盛科技实业有限公司，沈阳化工股份有限公司，上海氯碱股份有限公司，卡博特蓝星（江西）化工有限公司，瓦克化学气相二氧化硅（张家港）有限公司，德山化工（浙江）有限公司，黑猫炭黑股份公司，宜昌南玻硅材料有限公司，赤峰盛森硅业科技发展有限公司。

An012 硅溶胶

【英文名】 silica sol

【结构式】 $mSiO_2 \cdot nH_2O$

【物化性质】 为直径数纳米至百纳米的超微细颗粒分散在水中的乳白色胶体溶液，加热去水后会固化成硅胶。不燃、不爆、无毒。在胶体二氧化硅粒子表面的离子为水合型，因水分子覆盖而有亲水性。与有机物相溶性不好，对于用醇、丙酮等与水任意比例混合成的有机溶剂有相溶性。溶于氢氟酸和氢氧化钠溶液，不溶于其他无机酸。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2521—2008

指标名称	碱性钠型				酸性无稳定剂型		
	JN-20	JN-25	JN-30	JN-40	SW-20	SW-25	SW-30
二氧化硅含量(SiO_2)/%	20.0～21.0	25.0～26.0	30.0～31.0	40.0～41.0	20.0～21.0	25.0～26.0	30.0～31.0
氧化钠含量(Na_2O)/%	0.30	0.30	0.30	0.40	0.04	0.05	0.06
pH 值	8.5～10.0	8.5～10.0	8.5～10.0	8.5～10.0	2.0～4.0	2.0～4.0	2.0～4.0
黏度(25℃)/Pa·s	5.0×10^{-3}	6.0×10^{-3}	7.0×10^{-3}	25.0×10^{-3}	5.0×10^{-3}	6.0×10^{-3}	7.0×10^{-3}
密度(25℃)/(g/cm³)	1.12～1.14	1.15～1.17	1.19～1.21	1.28～1.30	1.12～1.14	1.15～1.17	1.19～1.21
平均粒径/nm	10～20	10～20	10～20	10～20	10～20	10～20	10～20

【用途】 硅溶胶是一种良好的无机黏结剂，在精密铸造行业，用于高温焙烧时壳型强度高、铸件精度高、光洁度好、变形性小、工作安全；用作耐火材料及其他材料的胶黏剂；也可作为防止某些制品氧化的包覆材料；与涂料配合使用（内外墙水性涂料）时可以提高结合性、坚固性、耐磨损性、耐污染性、耐候性；作为合成纤维的处理剂时，可以改进纤维的摩擦系数；作为毛纺工业经纱上浆剂，可提高可纺性、手感性、减少飞毛和断头，可提高产量；用于造纸工业可提高纸张平滑性及纸张强度，提高印刷性能使印刷的色泽好、字迹清晰；还可用作电子材料精加工的研磨剂，石油行业的催化剂载体，电瓶中硫酸的凝固剂。

硅溶胶的分类　根据不同的分类方法可以将硅溶胶分为不同的类别。

以胶体粒径大小分可分为：普通粒径硅溶胶（胶体直径在 20nm 以下）和大粒径硅溶胶（胶体直径在 20nm 及以上）。

以加入的稳定剂类型可分为：钠型硅溶胶、氨型硅溶胶和无稳定剂型硅溶胶。

以二氧化硅含量可分为：25%型硅溶胶、30%型硅溶胶、40%及 40%以上高含量型硅溶胶。

以杂质含量可分为：普通硅溶胶和高纯硅溶胶。

【制法】 主要采用离子交换法生产硅溶胶。将稀释的水玻璃过滤除杂质后经阳离子交换、阴离子交换、加入稳定剂合成并调节 pH 值后，经蒸发或超滤浓缩制得硅溶胶。

【安全性】 无危险性。采用聚乙烯桶或内衬塑料桶的铁桶包装。每桶净重 25kg、50kg、125kg、250kg。贮存在阴凉干燥的库房中，严防曝晒和高温。在 0～40℃条件下稳定贮存期：自生产日期起，碱性钠型硅溶胶为 1 年，酸性无稳定剂型硅溶胶为半年。贮存时，严禁与酸、碱、有毒物品及其他易腐蚀物品混贮，防止冰冻、曝晒，运输时不能低于 5℃。装卸时要小心，防止包装破损，保质期 12 个月。

【生产单位】 武汉市智发科技开发有限公司，青岛海洋化工有限公司，青岛美高集团有限公司，广州市人民化工厂，上虞市宇达化工有限公司。

An013 催化剂载体硅溶胶

【英文名】 silica sol catalyst carrier

【结构式】 $m\mathrm{SiO_2} \cdot n\mathrm{H_2O}$

【物化性质】 参见硅溶胶。

【质量标准】 参考企业标准（武汉市智发科技开发有限公司）

指标名称	指　标
外观	蓝白色半透明液体
相对密度	1.28～1.29
pH 值	9～9.5
二氧化硅含量(SiO_2)/%	39.5～41
黏度/Pa·s	0.01
粒径/nm	18～22
钠离子含量(Na^+)/%　＜	0.1
氯离子含量(Cl^-)/%　＜	0.02
硫酸根含量(SO_4^{2-})/%　＜	0.02
SiO_2/NH_3	265±20

【用途】 用作丙烯腈、甲基丙烯酸甲酯合成等反应的催化剂载体。

【制法】 离子交换法：将稀释的水玻璃经阳离子交换、阴离子交换，然后加入 pH 调节剂使之在常压下粒子增长，二次交换，常压浓缩，制得催化剂载体硅溶胶。

【安全性】 无危险性。用聚乙烯塑料桶包装，每桶净重 25kg。应贮于阴凉、干燥、清洁的库房中，库房温度宜在 5～35℃。运输中防止日光曝晒和冷冻。贮存过的容器应尽快用水冲洗干净，以免二氧化硅沉积，如果已有沉积，可用 5%～10%氢氧化钠溶液在 50～60℃冲洗除去。装卸时小心轻放，防止包装破损。

【生产单位】 武汉市智发科技开发有限公司，浙江宇达化工有限公司，广州市人民化工厂。

An014 高浓度硅溶胶

【英文名】 silica sol high concentrated

【结构式】 $m\mathrm{SiO_2} \cdot n\mathrm{H_2O}$

【物化性质】 参见硅溶胶。

【质量标准】 参考企业标准（武汉市智发科技开发有限公司）

指标名称	指标
二氧化硅含量(以 SiO_2计)/%	40±1
粒径/nm	18～22
黏度/Pa·s	0.01
氯离子含量(Cl^-)/%　＜	0.02
pH 值	9～9.5
钠离子含量(Na^+)/%　＜	0.1
硫酸根含量(SO_4^{2-})/%　＜	0.02
SiO_2 ∶ NH_3	(265±20)∶1
相对密度	1.292±0.004

【用途】 在精密铸造工业上作黏结剂，在涂料工业上作为复合外墙涂料主要成膜物，也用作高温炉体内衬黏结剂。在纺织、造纸、高级精密陶瓷、搪瓷，以及蓄电池、电视机等工业上也有广泛应用。

【制法】 离子交换法：将稀释的水玻璃溶液通过阳离子交换和阴离子交换，加入氢

氧化钠溶液调节 pH 值为 9～9.5，经浓缩制得高浓度硅溶胶。

【安全性】 无危险性。用聚乙烯塑料桶包装，每桶净重 25kg。贮存于阴凉干燥的库房中，严防曝晒和高温。运输中温度不宜低于－5℃。装卸时要小心轻放，防止包装破损。

【生产单位】 武汉市智发科技开发有限公司，青岛海洋化工有限公司，济南银丰硅制品有限责任公司。

An015 二氧化硅气凝胶

【英文名】 silica aerogel，micron-sized

【结构式】 $SiO_2 \cdot nH_2O$

【物化性质】 白色粉末。具有大的比表面积和高的孔容以及严格控制的粒度分布，无毒。

【质量标准】 参考标准

产品系列	TMS-100	TMS-100P	TMS-110	TMS-120	TMS-200	TMS-210	TMS-220
二氧化硅(干基)①/%	99.40	99.40	99.40	99.40	99.40	99.40	99.40
平均粒径/μm	1～2	1～2	2～3	2～3	1～3	1～3	1～2
比表面积/(m^2/g)	350～400	200～250	250～300	200～250	300～350	300～350	300～350
孔容/(mL/g)	1.60	0.50	1.00	0.40	1.60	1.40	1.60
吸油值/(mL/100g)	300	280	250	200	300	270	300
白度(Hunter)/%	92	92	95	95	92	92	92
pH 值(5%水乳浊液)	6～7	6～7	6～7	6～7	6～7	6～7	6～7
挥发损失(105℃,2h)/%	3～5	3～5	2～4	2～4	3～5	3～5	3～5
灼烧损失(950℃,2h)/%	4	4	14	14	3	3	4

① 指灼烧后干基。

【用途】 广泛用作涂料工业的增稠剂、消光剂，塑料薄膜（聚丙烯、聚氯乙烯、聚乙烯）的抗粘剂（开口剂），是晒图纸预涂液的主要成分以及食品、医药的防结块剂和液相载体。

【制法】 硫酸法：将水玻璃和硫酸分别稀释到一定浓度后进行中和反应，形成水凝胶，经老化、水洗、添加助剂均质化、喷雾干燥、气流粉碎、烘干，制得二氧化硅气凝胶。

【安全性】 无危险性。用内衬聚乙烯塑料袋，外用三层牛皮纸袋包装。每袋净重 2.5kg、5kg。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，严防潮湿，不能与水剂产品共同存放。

【生产单位】 广州凌玮科技集团有限公司，湖南省冷水江三 A 实业发展公司，北京航天赛德粉体材料技术有限公司，广州市人民化工厂，山西天一纳米材料科技有限公司。

An016 活化硅胶

【英文名】 silica gel activated

【结构式】 $mSiO_2 \cdot nH_2O$

【物化性质】 为高纯高活性硅胶，色泽洁白。当作为载体，载有某种检定试剂时，与气体中有毒有害组分接触，即显示某种特性变化。

【质量标准】 参考企业标准（青岛美高集团有限公司）

指标名称		指　标
颗粒度/目		55～28
颗粒合格率/%	≥	94
游离酸/%	≤	0.05
吸水量/%	≥	50
灼烧失量/%	≤	3
铁含量(Fe)/%	≤	0.015
发烟硫酸试验		白色
比表面积/(m^2/g)		300～400

【用途】 在大气监测中用作多种有毒、有害气体的载体，也普遍用于采矿中对易燃、易爆气体的监测。在提纯复杂有机化

合物方面应用也很广泛。

【制法】 盐酸法：将粗孔块状硅胶粉碎并筛选 0.2～0.5mm 颗粒，用盐酸浸泡 3h，用 50～65℃水洗涤 5h，烘干，在 400～500℃活化制得活化硅胶。

【安全性】 无危险性。用玻璃瓶包装，外有木箱保护，每瓶净重 4kg。贮运参见硅酸。

【生产单位】 青岛美高集团有限公司，青岛海洋化工有限公司。

An017 FNG 硅胶

【英文名】 silica gel，FNG

【别名】 空分耐水硅胶

【结构式】 $SiO_2 \cdot nH_2O$

【物化性质】 具有高微孔结构。耐酸（氢氟酸除外）、耐碱、耐溶剂。热稳定性好，无毒、无臭。具有较高的耐水性、吸附性，耐压强度高，使用寿命长。

【质量标准】 参考企业标准（青岛美高集团有限公司）

项　　目		指　　标				
		FNG-AA		FNG-A	FNG-B	FNG-C
吸附量/%	≥	RH20%	5	38	60	70
		RH50%	15			
		RH90%	30			
堆积密度/(g/L)		500～700		500～700	450～600	450～500
加热减量/%	≤	5		5	5	5
遇水不裂率/%	≥	90		90	90	90
粒度/mm		2～5,4～8				
粒度合格率/%	≥	协议				

注：特殊要求按协议。

【用途】 在空气分离中用作液空、液氧中二氧化碳、乙炔等的吸附剂，各种气体的干燥剂，分子筛、硅胶保护床的前级缓冲干燥剂。醋酸乙烯合成用催化剂载体、离子吸附剂。

【制法】 将硅胶粉碎至一定粒度，添加硅溶胶（黏结剂）均匀混合后造粒，经烘干、筛选制得 FNG 硅胶。

【安全性】 无危险性。内衬聚乙烯塑料袋，用瓦楞纸板箱包装，每箱净重 20kg。贮运参见硅酸。

【生产单位】 青岛美高集团有限公司，青岛海洋化工有限公司，招远威达美加化工有限公司，招远汇源硅胶有限公司，山东辛化硅胶有限公司，青岛市基亿达硅胶试剂厂，青岛琪丰化工有限公司。

An018 蓝胶指示剂（变色硅胶）

【英文名】 silica gel self-indicating

【结构式】 $mSiO_2 \cdot nH_2O$

【物化性质】 为玻璃状蓝色颗粒。随空间介质相对湿度变化而改变对水蒸气的吸附量，并显示出不同的颜色，烘干后仍恢复原色。除具有一般干燥剂的作用外，还具有直观指示作用，根据产品的指示色标可确定空间介质相对湿度及吸湿量，灵敏度高。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2765.4—2005

指标名称		蓝胶指示剂	变色硅胶	无钴变色硅胶
外观		蓝至浅蓝色	蓝至浅蓝色	图示或协议颜色
粒度合格率/%	>	96	90	90

续表

指标名称			蓝胶指示剂	变色硅胶	无钴变色硅胶
磨耗率/%		⩽	10	10	10
对水蒸气的吸附量/%	RH=20%	⩾	8	—	
	RH=35%	⩾	13	—	
	RH=50%	⩾	20	20	20
加热减量/%		⩽	5	5	5
显色变化	RH=20%		蓝或浅蓝色	—	
	RH=35%		紫或紫红色	—	
	RH=50%		浅红色	紫红或浅紫红色	图示或协议颜色

【用途】 主要用于仪器、仪表、设备等在密闭条件下的吸潮、防锈。同时又能通过吸潮后自身颜色由蓝到红的过渡变化，直观指示出环境的相对湿度。也可与普通干燥剂配合使用，指示干燥剂的吸湿程度和判断环境的相对湿度。

【制法】 浸渍法：将除净混杂物的细孔球形硅胶或细孔块状硅胶在吸湿室内用直接蒸汽进行硅胶的吸湿。室内温度用冷风泵调节，控制上层硅胶的温度不超过 70℃。30h 后检查吸湿是否完全（以在水中不炸为准），吸湿完全后闷料 8h，然后放入装有氯化钴和氯化铵的浸染器，浸染时以染液 1L 和干胶 1.1kg 之比进行，浸湿胶要一次倒入，迅速搅拌，保持室温在 15℃ 以上，浸染 6～12h，然后脱水，在 90～110℃ 烘干至水分含量⩽2%，经筛选制得蓝胶指示剂和变色硅胶。

【安全性】 无危险性。产品大包装使用镀锌铁桶，纸箱或钙塑箱，内衬聚乙烯塑料袋。每桶（或箱）净重 15kg、20kg 或 25kg。小包装使用棕色玻璃瓶或聚乙烯塑料瓶。每瓶净重 500g，装于纸箱或木箱中，每箱 20 瓶。贮运参见硅酸。

【生产单位】 青岛美高集团有限公司，青岛海洋化工有限公司，招远威达美加化工有限公司，招远汇源硅胶有限公司，山东辛化硅胶有限公司，青岛市基亿达硅胶试剂厂，青岛琪丰化工有限公司。

An019 柱层层析硅胶

【英文名】 silica gel，column-layer chromatographic

【结构式】 $m\mathrm{SiO_2} \cdot n\mathrm{H_2O}$

【物化性质】 为白色状颗粒。不溶于水和其他有机溶剂，在空气中能吸潮。因具有对不同物质吸附保留时间上的差异，能使各种物质达到分离提纯的目的。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2354—2010

项　目	普通型				精制型			
	规格 1	规格 2	规格 3	规格 4	规格 1	规格 2	规格 3	规格 4
比表面积/(m^2/g)	>450	380～550	300～450	<350	>450	380～550	300～450	<350
孔容/(mL/g)	0.35～0.5	0.6～0.8	0.8～1.0	>1.0	0.35～0.5	0.6～0.8	0.8～1.0	>1.0
氯化物(以 Cl 计)质量分数/% ⩽	—				0.02			
铁(Fe)质量分数/% ⩽	—				0.02			

续表

项目	普通型				精制型			
	规格1	规格2	规格3	规格4	规格1	规格2	规格3	规格4
pH(100g/L水悬浮液)	协议				协议			
加热减量质量分数/% ≤	5				5			
粒度/μm	协议				协议			
粒度合格率质量分数/% ≥	60				60			

【用途】 用于石油产品精制脱除芳烃类物质及其他有机气体、液体的选择性吸附分离；用作化学工业中的催化剂载体、色谱用载体；还可用于中草药中有效成分的分离、提纯及高纯物质的制备。也是医药、农药、染料、橡胶等柱层分析中一种简易、快速、灵敏的分析试剂。

【制法】 浸渍法：将粗孔硅胶粉碎至40～200目后，筛选，用盐酸浸渍20h，用水洗涤后，进行烘干至含水量≤5%，制得柱层层析硅胶。

【安全性】 无危险性。用聚乙烯塑料瓶包装，每瓶净重250g。贮运参见硅酸。

【生产单位】 青岛美高集团有限公司，青岛海洋化工有限公司，招远威达美加化工有限公司，招远汇源硅胶有限公司，山东辛化硅胶有限公司，青岛市基亿达硅胶试剂厂，青岛琪丰化工有限公司。

An020 薄层色谱硅胶

【英文名】 silica gel，thin-layer chromatographic

【结构式】 $m\mathrm{SiO_2} \cdot n\mathrm{H_2O}$

【物化性质】 为白色、高纯并具有规定的孔容、比表面积和孔隙分布及一定粒度分布的试剂硅胶。有H型、HF254型、G型、GH254型。H型不含石膏和有机黏合剂，能吸收空气中的水分，溶于氢氟酸和热浓碱溶液，不溶于水或其他无机酸。HF254型含有无机荧光粉，在紫外线波长254nm处显黄绿色荧光，易吸收空气中的水分。G型含有13%石膏作黏合剂，略呈酸性，易吸收空气中的水分。GH254型含有半水石膏和无机荧光粉，在紫外线波长254nm处显示黄绿色荧光。

【质量标准】 化工行业标准HG/T 2354—2010

要求：①外观为白色均匀粉末；②薄层色谱硅胶应符合表1要求；③柱层层析硅胶应符合表2要求。

表1 薄层色谱硅胶要求

项目	H		HF254		G		GF254	
	优等品	一等品	优等品	一等品	优等品	一等品	优等品	一等品
煅石膏($\mathrm{CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O}$)质量分数/%	—	—	—	—	12.0～14.0	12.0～14.0	12.0～14.0	12.0～14.0
氯化物(以Cl计)质量分数/% ≤	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.015	0.020	0.015	0.020	0.015	0.020	0.015	0.020
pH(100g/L水悬浮液)	6.5～7.0	6.0～7.0	6.5～7.0	6.0～7.0	6.5～7.0	6.0～7.0	6.5～7.0	6.0～7.0
筛余物($\omega=38\mu m$)质量分数/% ≤	4.0	8.0	4.0	8.0	4.0	8.0	4.0	8.0

续表

项　目	H		HF254		G		GF254	
	优等品	一等品	优等品	一等品	优等品	一等品	优等品	一等品
活度	三色分开	三色分开	三色分开	三色分开	三色分开	三色分开	三色分开	三色分开
加热减量质量分数/% ≤	5	5	5	5	5	5	5	5

注：1. 活度指标中的“三色”指二甲基黄、苏丹红、靛酚蓝。

2. 字母G表示硅胶中含有作黏合剂用的石膏，字母H表示不含有其他有机黏合剂，F254表示含有荧光指示剂，在用254nm波长的紫外光照射时能显出荧光。

表2　柱层层析硅胶要求

项　目	指　标							
	普通型				精制型			
	规格1	规格2	规格3	规格4	规格1	规格2	规格3	规格4
比表面积/(m^2/g)	>450	380～550	300～450	<350	>450	380～550	300～450	<350
孔容/(mL/g)	0.35～0.50	0.6～0.8	0.8～1.0	>1.0	0.35～0.50	0.6～0.8	0.8～1.0	>1.0
氯化物(以Cl计)质量分数/% ≤	—				0.02			
铁(Fe)质量分数/% ≤	—				0.02			
pH(100g/L水悬浮液)	协议				协议			
加热减量质量分数/% ≤	5				5			
粒度/μm	协议				协议			
粒度合格率质量分数/% ≥	60				60			

【用途】 广泛用于各种天然、合成物质的分析和分离。目前已大量用于医药、农药、中草药、有机化工产品、石油化工产品以及粮食、食品等的主要成分或微量杂质的定性与定量分析和某些物质的提取。

【制法】 球磨法：将粗孔块状硅胶球磨至一定粒度，经一次漂选沉淀8～10h后，酸泡16～24h，水洗至无氯离子，再经二次漂洗沉淀12h后烘干至水分含量≤5%，再经筛选，加入荧光粉，制得薄层色谱硅胶。

【安全性】 无危险性。用聚乙烯塑料瓶包装，每瓶净重400g、500g、250g。贮运参见硅酸。

【生产单位】 青岛美高集团有限公司，青岛海洋化工有限公司，招远威达美加化工有限公司，招远汇源硅胶有限公司，山东辛化硅胶有限公司，青岛市基亿达硅胶试剂厂，青岛琪丰化工有限公司。

An021 粗孔块状硅胶

【英文名】 silica gel macroporous

【结构式】 $m\mathrm{SiO_2}\cdot n\mathrm{H_2O}$

【物化性质】 参见粗孔球形硅胶。

【质量标准】 化工行业标准HG/T 2765.2—2005

项　目	指　标			
粒度/mm	>5.6	2.8～8.0	1.4～4.0	0.25～2.0
粒度合格率/% ≥	90			
磨耗率/% ≤	10	10	30	—
堆积密度/(g/L) ≥	400			
孔容/(mL/g) ≥	0.76			
加热减量/% ≤	5			

【用途】 主要用于设备、仪器的防潮、防锈，各种工业气体的脱水净化、吸附水中的多价有害元素、清除绝缘油中的有机酸和高聚物、工业发酵过程中吸附发酵品中的高分子蛋白。用作化学工业中的催化剂载体。

【制法】 硫酸法：将稀释后的水玻璃与稀硫酸在一定 pH 值下，于 20～30℃反应制胶，然后老化 32h 以上，将老化后的凝胶割成指标要求的粒度，用 50～65℃的水洗涤除去硫酸，再用 0.13%～0.18%稀氨水于 20～30℃处理 6h 以上，使凝胶中含碱量达到 0.03%为止，进行第一次烘干至水分含量≤10%，筛选，第二次烘干至水分含量≤2%，制得粗孔块状硅胶。

【安全性】 无危险性。包装参见细孔块状硅胶，贮运参见硅酸。

【生产单位】 青岛美高集团有限公司，青岛海洋化工有限公司，招远威达美加化工有限公司，招远汇源硅胶有限公司，山东辛化硅胶有限公司，青岛市基亿达硅胶试剂厂，青岛琪丰化工有限公司。

An022 粗孔球形硅胶

【英文名】 silica gel macroporous ball

【结构式】 $m\mathrm{SiO_2} \cdot n\mathrm{H_2O}$

【物化性质】 毛玻璃状半透明颗粒。不溶于水和无机酸，但溶于氢氟酸和浓苛性钠溶液中。机械强度高、耐磨性好。在饱和湿度下对水蒸气的吸附容量一般是细孔硅胶的 2 倍以上，具有理想而稳定的孔隙结构。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2765.2—2005

指标名称	指标					
	优等品		一等品		合格品	
粒度/mm	4.0～8.0	2.0～5.6	4.0～8.0	2.0～5.6	4.0～8.0	2.0～5.6
粒度合格率/% ≥	94			90		
磨耗率/% ≤	4	6	6	8	8	10
堆积密度/(g/L)	400					
孔容/(mL/g) ≥	0.85		0.75		0.72	
球形颗粒合格率/% ≥	78		75		—	—
加热减量/% ≤	5					

【用途】 参见粗孔块状硅胶。

【制法】 硫酸法：又分油柱成型和空气造粒两种工艺，前者属于逐渐淘汰的方法。其工艺与细孔球形硅胶基本一致，区别在于老化工序，制备粗孔球形硅胶时，从接受槽流出的水凝胶先用蒸汽老化 8h 以上，老化后在水洗槽中用 0.1%～0.2%稀硫酸浸泡 12h，再经洗涤（除 $\mathrm{Na_2SO_4}$）、烘干、筛分、干燥，制得粗孔球形硅胶。

【安全性】 无危险性。包装参见细孔块状硅胶，贮运参见硅酸。

【生产单位】 青岛美高集团有限公司，青岛海洋化工有限公司，招远威达美加化工有限公司，招远汇源硅胶有限公司，山东辛化硅胶有限公司，青岛市基亿达硅胶试剂厂，青岛琪丰化工有限公司。

An023 粗孔微球硅胶

【英文名】 silica gel macroporous microballoon

【结构式】 $m\mathrm{SiO_2} \cdot n\mathrm{H_2O}$

【物化性质】 是具有多微孔结构、比表面积高、机械强度高、二氧化硅含量高的透明或半透明的微小颗粒。无毒、无臭。热稳定性好、耐酸性好（除氢氟酸外）。溶于浓苛性钠，对水蒸气及其他气体和溶剂具有强烈的吸附作用。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2765.3—2005

项目		指标					
		优等品		一等品		合格品	
粒度/μm		300～850	125～425	300～850	125～425	300～850	125～425
粒度合格率/%	≥	94.5	94.5	90	85	85	80
磨耗率/%	≤	14	10	14	10	14	10
堆积密度/(g/L)	≥	300					
孔容/(mL/g)		0.8～1.3					
加热减量/%	≤	4					
比表面积/(m^2/g)	≤	300～550					

【用途】 用作苯酐、苯胺、顺丁烯二酸酐、三聚氰胺、顺丁橡胶、丙烯腈等重要石油化工产品的催化剂载体。也广泛用于精制石油化工产品、脱除芳烃、对某些有机气体及液体的选择性吸附分离。还可作为脱除水中多价有害元素的离子交换剂。以及用于材料、器械等物品的干燥贮存和高纯气体的除水精制。

【制法】 硫酸法：将稀释的水玻璃与稀硫酸混合于20～30℃进行反应制得硅凝胶，老化4h，用2%～2.5%的稀硫酸浸泡1h，用40～50℃的水洗涤，在转筒烘干器中脱水至含水量≤80%，经烘干至水分含量≤10%，置于500～550℃活化炉中活化，经筛选制得粗孔微球硅胶。

【安全性】 无危险性。用镀锌铁桶、纸箱或钙塑箱，内衬聚乙烯塑料袋包装，每桶净重20kg。贮运参见硅酸。

【生产单位】 青岛美高集团有限公司，青岛海洋化工有限公司，招远威达美加化工有限公司，招远汇源硅胶有限公司，山东辛化硅胶有限公司，青岛市基亿达硅胶试剂厂，青岛琪丰化工有限公司。

An024 细孔块状硅胶

【英文名】 silica gel fine-pored lump

【结构式】 $mSiO_2 \cdot nH_2O$

【物化性质】 无色或淡黄色硬玻璃状透明或半透明状颗粒。不溶于水和无机酸，溶于氢氟酸和浓苛性钠溶液。机械强度高，耐磨性好。在较低相对湿度条件下，对水蒸气有很强的吸附能力，在介质中对某些有害物质有选择吸附性。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2765.1—2005

项目			指标		
			优等品	一等品	合格品
粒度合格率/%			协议		
堆积密度/(g/L)			协议		
25℃时对水蒸气的吸附量/%	RH=20%	≥	10.5	10.0	8.0
	RH=50%	≥	23.0	22.0	20.0
	RH=90%	≥	34.0	32.0	30.0
加热减量/%		≤	2.0	4.0	6.0
pH值			4～8	—	
电阻率/Ω·cm		≥	3000	—	
二氧化硅/%		≥	98	—	

【用途】 主要用于各种工业气体（如CO_2、H_2、O_2、Cl_2、SO_2等）的干燥和净化，仪器、设备、家用电器、纺织品、药品、食品等的防潮，实验室、工厂车间、医院病房及其他公共场所的空气湿度调节。用作冷冻过程中的吸附剂，并用于

石油化工产品的精制分离和有机产品的脱水精制。

【制法】 硫酸法：将稀释的水玻璃溶液与稀硫酸在一定 pH 值下于 20～30℃反应制胶成型，然后置于 0.016%～0.02%稀硫酸溶液中，于 20～30℃浸泡 3～5h，直至凝胶中含酸量达到 0.01%～0.015%，取出后用 55℃水洗涤，捞胶，第一次烘干至水分≤10%，筛选，第二次烘干至水分≤2%，制得细孔块状硅胶。

【安全性】 无危险性。使用镀锌铁桶或纸箱、钙塑箱，内衬聚乙烯塑料袋包装，每桶净重 25kg 或 20kg。贮运参见硅酸。

【生产单位】 青岛美高集团有限公司，青岛海洋化工有限公司，招远威达美加化工有限公司，招远汇源硅胶有限公司，山东辛化硅胶有限公司，青岛市基亿达硅胶试剂厂，青岛琪丰化工有限公司。

An025 细孔球形硅胶

【英文名】 silica gel fine-pored ball

【结构式】 $m\mathrm{SiO_2} \cdot n\mathrm{H_2O}$

【物化性质】 为硬玻璃状透明或半透明颗粒。不溶于水和无机酸（除氢氟酸）。溶于浓苛性钠和苛性钾溶液。具有多孔、大比表面积等特性。在较低相对湿度条件下，对水蒸气有强的吸附作用。对介质中的某些有害物质有选择吸附性。由于产品呈球形，表面光滑而机械强度高，不易破碎并阻力小。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2765.1—2005

项目			指标		
			优等品	一等品	合格品
粒度合格率/%			协议		
堆积密度/(g/L)			协议		
25℃时对水蒸气的吸附量/%	RH＝20%	≥	10.5	10.0	8.0
	RH＝50%	≥	23.0	22.0	20.0
	RH＝90%	≥	34.0	32.0	30.0
球形颗粒合格率/%		≥	82	—	—
加热减量/%		≤	2.0	4.0	6.0
pH 值			4～8	—	
比电阻/Ω·cm		≥	3000	—	
二氧化硅含量/%		≥	98	—	

注：球形颗粒合格率仅适用于细孔球形硅胶。

【用途】 参见细孔块状硅胶。

【制法】 硫酸法：又分油柱成型和空气造粒两种工艺，前者属于逐渐淘汰的方法。

气相造粒法：将浓硫酸通入预先加入自来水的配酸槽中，搅拌、冷却，配成 20%的稀酸溶液，泵入稀硫酸贮槽备用。将模数为 3.0～3.4 的浓硅酸钠放入沉降池中，沉降出大部分水不溶物，用泵打入硅酸钠贮槽，加水稀释，搅拌均匀，配成 $\mathrm{SiO_2}$ 15%～20%的稀硅酸钠溶液，沉降 48h 后即可使用。要制得无色透明的硅胶，硅酸钠必须是清澈透明的，这是关键之一。

将稀硫酸和澄清好的稀硅胶酸钠溶液分别泵入酸和硅酸钠稳压罐，通入压缩空气，使罐内压力稳定在一定范围内。开启阀门，使硫酸和硅酸钠溶液同时按一定比例进入喷头中，充分混合均匀，迅速发生中和反应：

$$\mathrm{Na_2O \cdot } m\mathrm{SiO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + } m\mathrm{H_4SiO_4}$$

生成的单硅酸（$\mathrm{H_4SiO_4}$）很不稳定，迅速缩合成二聚物、环聚物、多聚物以至于胶体粒子。含有大量 $\mathrm{Na_2SO_4}$ 的硅溶胶，

控制 pH 6～7，反应温度 20～30℃，不稳定硅溶胶离开喷头进入空气中，由于界面张力的作用，形成球形粒子，在落入接收槽之前胶凝，形成水凝胶球落入水中。即完成了空气造粒过程。水凝胶球经水洗（除掉 Na_2SO_4）、烘干、筛分、干燥，制得细孔球形硅胶。

【安全性】 无危险性。包装参见细孔块状硅胶，贮运参见硅酸。

【生产单位】 青岛美高集团有限公司，青岛海洋化工有限公司，招远威达美加化工有限公司，招远汇源硅胶有限公司，山东辛化硅胶有限公司，青岛市基亿达硅胶试剂厂，青岛琪丰化工有限公司。

An026 光催化用硅胶

【英文名】 silica gel for photo catalysis

【结构式】 $m SiO_2 \cdot TiO_2 \cdot n H_2O$

【物化性质】 具有 700℃的耐热性、优良的耐磨性和耐水性，用水浸渍不破裂，无色透明颗粒。可吸附分解空气及水中有害物质达到无害化。

【质量标准】 参考标准

指标名称	HQA11	HQA51
粒度/mm	1.7～4.0	1.7～4.0
松密度/(g/mL)	0.46	0.46
TiO_2载持量/%	约 13	约 13
比表面积/(m^2/g)	300	80
平均细孔径/nm	10	50
细孔容积/(mL/g)	0.8	0.8

【用途】 分解去除空气中有害物质（焚烧炉排气中的二噁英、VOC、NO_x、恶臭等），染色废水脱色，环境中荷尔蒙的分解，降低排水中的 BOD，去除下水道中的硫化氢，特殊废弃物药品的无害化，杀灭水中微生物等，新型环保产品。

【制法】 将作为吸附剂用的硅胶经烷氧基硅烷浸渍后在 600℃烧成，然后在硅胶的细孔内壁涂敷二氧化钛。

【生产单位】 日本新东工业株式会社。

An027 大孔硅胶

【英文名】 silica gel large pore volume

【结构式】 $SiO_2 \cdot n H_2O$

【物化性质】 白色流动性粉末，X 射线无定形物质，无毒、无味、无臭，化学性质稳定，溶于氢氟酸和强碱，具有较大的孔容和比表面积。

【用途】 本产品为二氧化硅气凝胶产品，平均孔径 10～30nm，主要作为乙烯聚合用高效催化剂载体。

【质量标准】 参考企业标准（青岛美高集团有限公司）

指标名称	企业规格
外观	白色流动性粉末
密度/(g/cm^3)	2.1
折射率	1.46
二氧化硅(SiO_2)(干基)/% ≥	99.5
氧化钠(Na_2O)/% <	0.05
氧化铁(Fe_2O_3)/% <	0.05
硫酸根/% <	0.05
孔容/(mL/g)	1.6～1.8
比表面积/(m^2/g)	300～350
挥发损失/% <	5
灼烧减量/%	4

【制法】 本产品属二氧化硅气凝胶类产品。将水玻璃和硫酸分别稀释至一定浓度，泵入各自的计量槽，在一定温度下，使水玻璃和硫酸加入反应罐并混合均匀，生成凝胶，化学反应式如下：

$$Na_2O \cdot SiO_2 + H_2SO_4 + H_2O \longrightarrow Na_2SO_4 + H_4SiO_4$$

生成的单硅酸（H_4SiO_4）很不稳定，迅速缩合成二聚物、环聚物、多聚物以至形成网状的凝胶。

$$m H_4SiO_4 \longrightarrow m SiO_2 \cdot n H_2O + (2m-n) H_2O$$

网状凝胶然后经老化、洗涤、喷雾干燥和粒度分级，制得产品。

【安全性】 无危险性。使用镀锌铁桶或纸箱、钙塑箱，内衬聚乙烯塑料袋包装，每

桶净重 25kg 或 20kg。

【生产单位】 青岛美高集团有限公司，中海油天津化工研究设计院。

An028 活性白土

【英文名】 activated clay

【结构式】 $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot nH_2O$

【物化性质】 外观为乳白色粉末，无臭、无味、无毒，吸附性能很强。表观密度 0.55～0.75g/cm³，相对密度 2.3～2.5。不溶于水、有机溶剂及各种油类和脂类，几乎完全溶于热烧碱和盐酸中。在空气中易吸潮，放置过久会降低吸附性能。但是，加热至 300℃ 以上便开始失去结晶水，使结构发生变化，影响褪色效果。分子间为层状结构，表面有很多不规则孔穴，比表面积很大，具有离子交换能力和选择吸附性。能吸附色素等有机物，并具有催化性能。

【质量标准】 国家标准《食品添加剂　活性白土》GB 25571—2011

表 1　感官要求

项目	要求	检验方法
色泽	白色或灰色、浅粉色	取适量试样置于 50mL 烧杯中，在自然光下观察色泽和组织状态
组织状态	粉末	

表 2　理化指标

项　　目		指标
比表面积/(m²/g)	⩾	130
游离酸(以 H_2SO_4 计)/%	⩽	0.30
水分/%	⩽	12.0
细度(通过 0.075mm 试验筛)/%	⩾	90
过滤速度		通过试验
堆积密度/(g/mL)		0.55±0.10
pH(50g/L 悬浮液)		2.2～4.8
重金属(以 Pb 计)/(mg/kg)	⩽	40
砷(As)/(mg/kg)	⩽	3

【用途】 主要用于石油加工产品（润滑油、石蜡、凡士林），用于各种矿物油、食用植物油、动物油、固体石蜡、脂肪酸、乙醇和苯等的脱色精制及气体、液体干燥脱水。用作化学工业的催化剂及粉剂农药填料，煤矿中用于喷尘防爆，放射性污染物的去除及放射性废物处理。

【制法】 硫酸法：先将膨润土干燥至表面水分在 8%～20%，然后经筛选，加入装有 80℃ 热水的活化器中充分膨润粉碎，再加入定量的浓硫酸，使其硫酸浓度控制在 10%～15%，在 0.2MPa 的压力下活化 2～3h。然后利用容器内压力将物料送至分酸槽，分去未反应的硫酸和细泥浆物料，余下的颗粒物料经水洗、过滤，在 100～200℃ 干燥，使物料中水分低于 8%，再粉碎至 200 目筛通过 90%以上，制得活性白土成品。

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋的聚丙烯塑料编织袋包装，每袋净重 25kg、40kg、50kg。贮存于通风、干燥处，防止受潮，严禁雨淋。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、各种灭火器扑救。吸入粉尘会引起“尘肺性”肺硬化，生产中应防尘。

【生产单位】 黄山市白岳活性白土有限公司，苏州工业园区群力膨润土化工有限公司，浙江省安吉县中新活性白土有限公司，杭州仇山漂土有限公司，内蒙古宁城天宇化工有限公司，南京中鑫黏土有限公司，浙江安吉丰虹膨润土有限公司，南京亚东奥土矿业有限公司，淄博正天化工有限公司，淄博露瑶化工有限公司。

An029 显色剂用活性白土

【英文名】 clay activated for developer

【结构式】 $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot nH_2O$

【物化性质】 是无臭、无味、无毒的白色粉末。在空气中极易吸潮，不溶于水、有

机溶剂和各种脂类。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
平均粒径/μm	≤	2.5
含水量/%	≤	11
白度/%		80
松密度/(g/mL)		0.2～0.3
pH值(10%浆液)		6.0～6.5

【用途】 用作无碳复写纸的显色剂。

【制法】 硫酸法：膨润土经干燥、粉碎、活化、洗涤、改性、过滤、干燥、筛分，制得显色剂用活性白土。

【安全性】 无危险性。内衬聚乙烯塑料袋，外套编织袋，每袋净重25kg，注意包装袋密封，不得破损。贮存在通风、干燥、阴凉的库房内，防止受潮。运输过程中要防雨淋，装卸时轻拿轻放。

【生产单位】 南京亚东奥土矿业有限公司，新乡市瑞丰化工有限责任公司，信阳市上天梯塘洼矿业有限公司。

An030 L型沸石

【英文名】 zeolite type L

【结构式】 $0.99K_2O \cdot 0.01Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 5H_2O$

【物化性质】 无臭、无味、无毒的白色晶体。不溶于水和有机溶剂，溶于强碱，属于中硅沸石。具有好的吸水性和离子交换性，以及较高的离子选择性。

【用途】 广泛用于石油裂解、加氢裂解、异构化、重整、歧化等催化过程，以及液体脱水、特定分子吸附分离。经与氢离子交换作为固体酸用于工业催化。

【制法】 把硅酸钠水溶液和硫酸铝水溶液在连续搅拌下分别以0.25L/h和0.75L/h的速度加到蒸汽加热的压热釜中，在32℃下反应30min，料浆pH值为6.2。料浆经离心分离，洗涤至检测无SO_4^{2-}，得到无定形硅铝酸钠。再将其分散在氢氧化钾水溶液中，搅拌成浆状物，在压热釜中，于170℃在自生压力下保持24h结晶化，然后分离、洗涤，在110℃干燥成L型沸石。

【安全性】 无危险性。用塑料袋包装密封后装入铁桶或木桶中，每桶净重25kg。贮运中注意防潮、破损，放在通风、阴凉、干燥、清洁的库房中。

【生产单位】 日本东洋曹达工业株式会社。

An031 ZSM-5型沸石

【英文名】 zeolite type ZSM-5

【结构式】 $0.89Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 31.1SiO_2 \cdot 2H_2O$

【物化性质】 白色晶体。无臭、无味、无毒。不溶于水、有机溶剂及酸，溶于强碱，属高硅沸石。具有独特的孔结构、高的催化活性和热稳定性及耐酸性。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
Al_2O_3/%	1.0
SiO_2/%	72.4
Na_2O/%	0.59
N/%	2.91
C/%	29.7
C/N	10.2
吸附能力/%	—
H_2O/%	6.2
环己烷/%	2.9
正己烷/%	5.7

注：吸附能力为质量分数，其余为摩尔分数。

【用途】 主要应用在柴油临氢降凝催化剂，固定床催化裂化催化剂，流动床催化裂化；此外ZSM-5分子筛在化工上广泛应用于择形催化，如对二乙苯催化剂、二甲苯异构化催化剂。

【制法】 将硅酸钠水溶液、硫酸铝水溶液和溴化四丙基铵（TPABr）混合，在(165±56)℃、90～150r/min的搅拌速度下，进行结晶反应48h，分离、洗涤、干

燥，制得成品（若模板剂由溴化四丙基铵改为使用溴化四丁基铵，即可制得 ZSM-11 型沸石）。

【安全性】 无危险性。装入塑料袋密封后，装入铁桶或木桶中，每桶净重 25kg。贮运中注意防止受潮及破损。贮存在通风、阴凉、干燥的库房中。

【生产单位】 上海恒业化工有限公司，上海申昙环保新材料有限公司，上海沸石分子筛有限公司。

An032 ZSM-48 型沸石

【英文名】 zeolite type ZSM-48

【结构式】 $(0\sim15)RN\cdot(0\sim1.5)M_{2/n}O\cdot(0\sim2)Al_2O_3\cdot100SiO_2$

【物化性质】 为无臭、无味、无毒的白色晶体。不溶于水、有机溶剂和酸，溶于强碱。具有高的硅铝比，属高硅沸石。具有高的强度、热稳定性和耐酸性，在催化反应过程中不易结炭和失活。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
Na/%	0.27
Si/%	93.2
Al/%	0.40
N/%	0.18
吸附能力/%	—
H_2O/%	1.8
环己烷/%	0.3
正己烷/%	3.7

注：吸附能力为质量分数，其余为摩尔分数。

【用途】 用作芳烃烷基化、异构化、歧化、甲醇转化等的催化剂。

【制法】 将水玻璃（28.8% SiO_2，8.9% Na_2O，62% H_2O）用水稀释，加入压热釜中，再加入硫酸水溶液和正丙胺，使配料组成比（摩尔比）为：Na_2O/SiO_2 为 0.1～0.5，OH^-/SiO_2 为 0.05～0.5，H_2O/SiO_2 为 20～100，RN/SiO_2 为 0.1～0.5。在 460℃，以 90r/min 的速度搅拌，反应 48h，反应混合物生成针状 ZSM-48 沸石结晶，经分离、洗涤、干燥，制得成品。

【安全性】 无危险性。塑料袋包装密封后，装入铁桶或木桶，每桶净重 25kg。贮运中注意防止受潮、破损，放在通风、阴凉而清洁的库房中。

【生产单位】 美国莫比尔公司，上海申昙环保新材料有限公司。

An033 3A 分子筛

【英文名】 molecular sieve type 3A

【结构式】 $0.40K_2O\cdot0.60Na_2O\cdot Al_2O_3\cdot2.00SiO_2\cdot4.50H_2O$

【物化性质】 具有立方晶格、微孔结构的白色粉末或颗粒。无味、无臭、无毒、无腐蚀性。溶于强酸和强碱，不溶于水和有机溶剂。热稳定性高，表面积大，是硅铝酸盐多水合物。具有均匀的微孔结构，是良好的固体吸附剂并具有筛分子作用，对极性分子和饱和分子有优先吸附性，被吸附的气体和液体能解吸，分子筛应用后可以再生，反复使用。

【质量标准】 国家标准 GB/T 10504—2008

表 1　条形 3A 分子筛

指标名称		Φ1.5～1.7mm			Φ3.0～3.3mm		
		优级品	一级品	合格品	优级品	一级品	合格品
磨耗率/%	≤	0.25	0.35	0.50	0.60	0.80	1.00
堆积密度/(g/mL)	≥	0.64	0.60	0.55	0.64	0.60	0.55
粒度[①]/%	≥	98.0	94.0	90.0	98.0	90.0	80.0
静态水吸附/%	≥	20.0		19.0	20.0		19.0

续表

指标名称			Φ1.5～1.7mm			Φ3.0～3.3mm		
			优级品	一级品	合格品	优级品	一级品	合格品
抗压强度	单位面积抗压碎力/(N/mm²)	≥	20.0	18.5	15.0	20.0	18.5	15.0
	抗压碎力变异系数	≤	0.5					
动态水吸附/%		≥	20.0					
静态乙烯吸附/(mg/g)		≤	3.0					
包装品含水量/%		≤	1.5					

① Φ1.5～1.7mm，为条长 1～10mm 试样占总量的百分数；Φ3.0～3.3mm，为条长 3～12mm 试样占总量的百分数。

表 2　球形 3A 分子筛

指标名称			Φ2.00～2.80mm		Φ2.80～4.75mm	
			一级品	合格品	一级品	合格品
磨耗率/%		≤	0.40	0.60	0.40	0.60
堆积密度/(g/mL)		≥	0.68	0.60	0.68	0.60
粒度/%		≥	96.0	95.0	96.0	95.0
静态水吸附/%		≥	20.0	19.0	20.0	19.0
抗压强度	点接触抗压碎力/(N/颗)	≥	44.0	59.0		
	抗压碎力变异系数	≤	0.3			
动态水吸附/%		≥	20.0			
静态乙烯吸附/(mg/g)		≤	3.0			
包装品含水量/%		≤	1.5			

表 3　中空玻璃用 3A 分子筛

指标名称			Φ1.00～1.60mm		Φ1.60～2.00mm	
			一级品	合格品	一级品	合格品
磨耗率/%		≤	0.20	0.30	0.20	0.30
堆积密度/(g/mL)		≥	0.74	0.68	0.74	0.68
粒度/%		≥	98.0	97.0	98.0	97.0
静态水吸附/%		≥	20.0	19.0	20.0	19.0
吸水速率/[mg/(g·min)]		≥	0.60	0.80	0.60	0.80
抗压强度	点接触抗压碎力/(N/颗)	≥	14.0		20.0	
	抗压碎力变异系数	≤	0.3			
静态氮气吸附/(mg/g)		≤	2.0			
包装品含水量/%		≤	1.5			

【用途】 用于石油裂解气和烯烃的干燥。

【制法】 热合成法：将水玻璃用蒸汽煮沸，配成相对密度为 1.2～1.25 的液体，经沉降除去杂质，取上层清液使用。将固体氢氧化铝和氢氧化钠按质量比 1.2∶1 解，制成偏铝酸钠溶液备用。为了防止偏铝酸钠溶液的水解，最好使用新制备的溶液。

将水玻璃、偏铝酸钠、氢氧化钠按一定的摩尔比（一般为 Al_2O_3 ∶ SiO_2 ∶ Na_2O ∶ H_2O = 1∶2∶3∶185）进行混合，在搅拌下，于 80℃左右反应 30min，

生成的凝胶升温至 90℃恒温 1h，继续升温至（102±2)℃结晶 4h，得到晶体粉末。经过滤洗涤，加入氯化钾进行离子交换（交换度 40%)，再经过滤洗涤、烘干、加入黏合剂捏合、成型、灼烧活化，得到 3A 分子筛。

【安全性】 无危险性。用内衬聚乙烯塑料袋的纸箱或圆桶包装，净重 20kg、30kg。贮存于干燥的库房中，勿与强酸或强碱共贮混运，禁止与油品或其他液体有机物混放。装卸时要注意轻拿轻放，防止包装破损。切忌浸水。吸入粉尘会引起“尘肺性”肺硬化。注意防尘。

【生产单位】 大连分子筛厂，上海宇洲干燥剂有限公司，山东迅达化工有限公司，郑州雪山实业公司，上海恒业化工有限公司，上海申昙环保新材料有限公司，上海沸石分子筛有限公司，天津市正源昊业分子筛有限公司，大连海鑫化工有限公司。

An034 4A 分子筛

【英文名】 molecular sieve type 4A

【结构式】 $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 4.50H_2O$

【物化性质】 灰白色粉末或颗粒。其他参见 3A 分子筛。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2524—2010

表 1 条形 4A 分子筛的要求

项目		d 1.5～1.7mm			d 3.0～3.3mm		
		优级品	一级品	合格品	优级品	一级品	合格品
外观		米白色、米黄色或土红色的条形颗粒，无机械杂质					
静态水吸附/%	≥	22.0	21.0	20.0	22.0	21.0	20.0
磨耗率/%	≤	0.20	0.30	0.50	0.30	0.40	0.50
粒度①/%	≥	98.0	95.0	90.0	98.0	95.0	90.0
松装堆积密度/(g/mL)	≥	0.66		0.60	0.66		0.60
静态甲醇吸附/%	≥	15.0		14.0	15.0		14.0
抗压碎力 抗压碎力/(N/颗)	≥	40.0		30.0	80.0		50.0
抗压碎力 抗压碎力相对标准偏差	≤	0.3					
包装品含水量/%	≤	1.5					

① d 1.5～1.7mm 规格的分子筛粒度为条长 1～6mm 试料占总量的百分数；d 3.0～3.3mm 规格的分子筛粒度为条长 3～9mm 试料占总量的百分数。

表 2 球形 4A 分子筛的要求

项目		d 1.6～2.5mm			d 2.5～5.0mm		
		优级品	一级品	合格品	优级品	一级品	合格品
外观		米白色、米黄色或土红色的球形颗粒，无机械杂质					
静态水吸附/%	≥	22.0	21.0	20.0	22.0	21.0	20.0
磨耗率/%	≤	0.20	0.40	0.60	0.20	0.40	0.60
粒度/%	≥	98.0	95.0	90.0	98.0	95.0	90.0
松装堆积密度/(g/mL)	≥	0.68		0.65	0.68		0.65
静态甲醇吸附/%	≥	15.0		14.0	15.0		14.0
抗压碎力 抗压碎力/(N/颗)	≥	35.0		30.0	80.0		60.0
抗压碎力 抗压碎力相对标准偏差	≤	0.3					
包装品含水量/%	≤	1.5					

表 3 汽车刹车 4A 分子筛的要求

项目			*d* 1.6～2.5mm		
			优级品	一级品	合格品
外观			米白色、米黄色或土红色的球形颗粒，无机械杂质		
静态水吸附/%		≥	20.0	19.5	19.0
磨耗率/%		≤	0.30		0.50
粒度/%		≥	98.0		95.0
振实堆积密度/(g/mL)		≥	0.83±0.03		
抗压碎力	抗压碎力/(N/颗)	≥	70.0		60.0
	抗压碎力相对标准偏差	≤	0.3		
包装品含水量/%		≤	1.0		1.5

【用途】 用于色谱分析，用于甲烷、乙烷和丙烷的分离，也可作干燥剂及洗涤剂组分。

【制法】 水热合成法：以水玻璃、偏铝酸钠、氢氧化钠为原料，水玻璃溶液的配制及偏铝酸钠的制备参见 3A 分子筛。把水玻璃、偏铝酸钠、氢氧化钠按照一定摩尔比（一般为 Al_2O_3 ∶ SiO_2 ∶ Na_2O ∶ H_2O = 1 ∶ 2 ∶ 3 ∶ 185）混合，在 40℃以上、强烈搅拌下反应，生成凝胶，然后升温至（102±2)℃，并在此温度下恒温静态结晶，形成晶体粉末，再经过滤、洗涤、烘干，得到 4A 分子筛粉末，与黏合剂捏合、成型，并在一定温度下灼烧活化，制得 4A 分子筛。

【安全性】 无危险性。用内衬聚乙烯塑料袋的纸箱或圆桶包装。净重 20kg、30kg。贮存于干燥库房中，应防潮，勿与强酸和强碱共贮混运。禁止与油品或其他液态有机物混放。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。切忌浸水。吸入粉尘会引起“尘肺性”肺硬化，注意防尘。

【生产单位】 大连分子筛厂，上海宇洲干燥剂有限公司，山东迅达化工有限公司，郑州雪山实业公司，上海恒业化工有限公司，上海申昙环保新材料有限公司，上海沸石分子筛有限公司，天津市正源昊业分子筛有限公司，大连海鑫化工有限公司。

An035 5A 分子筛

【英文名】 molecular sieve type 5A

【结构式】 $0.70CaO \cdot 0.30Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot (2.00 \pm 0.08) SiO_2 \cdot 4.50H_2O$

【物化性质】 多微孔结构的白色粉末。无毒、无臭，不燃烧、不爆炸。溶于强酸和强碱，不溶于水和有机溶剂。孔径约为 5×10^{-10} m。具有高吸附能力和按分子大小选择吸附的特点。还具有离子交换能力和催化活性。在较高的温度下仍有很好的吸附能力，对水有极大的亲和力。

【质量标准】 国家标准 GB 13550—92

表 1 条形 5A 分子筛

指标名称		*Φ*1.5～1.7mm			*Φ*3.0～3.3mm		
		优级品	一级品	合格品	优级品	一级品	合格品
磨耗率/%		0.25	0.35	0.50	0.40	0.55	0.60
松装堆积密度/(g/mL)		0.64		0.60	0.64		0.60
静态水吸附/%		20.0		19.0	20.0		19.0
静态正己烷吸附/%		12.0		10.5	12.0		10.5
抗压碎力	单位面积抗压碎力/(N/mm^2)	22		20	17		15
	抗压碎力变异系数	0.3		0.4	0.4		0.5

续表

指标名称		Φ1.5～1.7mm			Φ3.0～3.3mm		
		优级品	一级品	合格品	优级品	一级品	合格品
粒度	额定长度占总量的百分数①/%	98		94	94		90
	条径变异系数	0.3					
包装品含水量②/%		1.5					

① Φ1.5～1.7mm，为条长1～6mm样品占总量的百分数；Φ3.0～3.3mm，为条长3～9mm样品占总量的百分数。

② 包装品含水量以出厂为准。

表2 球形5A分子筛

指标名称			Φ2.00～2.80mm			Φ2.80～4.75mm		
			优级品	一级品	合格品	优级品	一级品	合格品
磨耗率/%		≤	0.20	0.35	0.50	0.20	0.35	0.50
松装堆积密度/(g/mL)		≥	0.66		0.62	0.66		0.62
静态水吸附/%		≥	20.0		19.0	20.0		19.0
静态正己烷吸附/%		≥	12.0		10.5	12.0		10.5
抗压碎力	点接触抗压碎力/(N/颗)	≥	30		25	60		50
	抗压碎力变异系数	≤	0.3		0.4	0.3		0.4
粒度/%		≥	96		95	96		95
包装品含水量/%		≤	1.5					

注：包装品含水量以出厂为准。

【用途】 用于正、异构烷烃的分离，气体和液体的深度干燥和净化，氧、氮的分离，石油和石油气的脱硫。可用作以蒸汽为脱附剂的脱蜡技术中的吸附剂。

【制法】 水热合成法：以水玻璃、偏铝酸钠、氢氧化钠为原料，水玻璃稀溶液的配制及偏铝酸钠溶液的制备参见3A分子筛。把水玻璃、偏铝酸钠、氢氧化钠按一定摩尔比混合（一般为Al_2O_3：SiO_2：Na_2O：H_2O=1：2：3：185），反应，温度控制在40℃以上，并强烈搅拌，反应生成的凝胶升温至（102±2）℃，并在此温度恒温静态结晶，经过滤洗涤，加入氯化钙进行离子交换（交换度70%），再经过滤洗涤、烘干、加入黏合剂捏合、成型，最后经灼烧活化制得5A分子筛。

【安全性】 无危险性。用内衬聚乙烯塑料袋的纸箱或圆桶包装，净重20kg、30kg。贮存于干燥的库房中，勿与强酸、强碱共贮混运。禁止与油品或其他液态有机物混放。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。切忌浸水。吸入粉尘会引起"尘肺性"肺硬化，注意防尘。

【生产单位】 大连分子筛厂，上海宇洲干燥剂有限公司，山东迅达化工有限公司，郑州雪山实业公司，上海恒业化工有限公司，上海申昙环保新材料有限公司，上海沸石分子筛有限公司，天津市正源昊业分子筛有限公司，大连海鑫化工有限公司。

An036 10X分子筛

【英文名】 molecular sieve type 10X

【结构式】 $0.70CaO \cdot 0.30Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot (2\sim3)SiO_2 \cdot 6.0H_2O$

【物化性质】 无毒、无臭，不燃烧、不爆炸。热稳定性较高，具有高效吸附作用和很强的抗毒性能。

【质量标准】 参考企业标准（廊坊开维化工科技有限公司）

指　标		球　形	
规格(直径)/mm		1.0～1.6	3.0～5.0
pH		10	10
粒径合格率/%	≥	98	98
落粉率/NTU	≤	30	30
堆积密度/(g/mL)	≥	0.7	0.6
抗压强度/N	≥	15	70
静态水吸附(25℃,RH50%)/%	≥	28	28
静态正己烷吸附/(mg/g)	≥	18	18
包装含水量(575℃,3h)/%	≤	1.5	1.5

【用途】 是高效的吸附剂，主要用于气体和液体的干燥、脱硫、脱二氧化碳以及芳烃的分离等。可用作催化剂及催化剂载体，也用于精制液体石蜡。

【制法】 水热合成法：以水玻璃、偏铝酸钠、氢氧化钠为原料，水玻璃稀溶液的配制及偏铝酸钠溶液的制备参见3A分子筛。将水玻璃、偏铝酸钠、氢氧化钠按照一定的摩尔比（一般为Al_2O_3∶SiO_2∶Na_2O∶H_2O=1∶3.66∶4.8∶181）进行混合，加入定向剂，控制温度在40℃以上进行反应，经强烈搅拌反应生成凝胶后，升温至（102±2)℃，并在此温度下恒温静态结晶，形成分子筛晶体，经过滤洗涤，加入氯化钙进行离子交换（交换度70%），再经过滤洗涤、烘干，得到晶体粉末，在晶体粉末中加入黏合剂（如黏土），制成条状或球状及微球状，在一定条件下灼烧活化，制得10X分子筛。

【安全性】 无危险性。用内衬聚乙烯塑料袋的纸箱或圆桶包装，净重25kg。贮存于干燥的库房中，包装应密封，防水、防潮。勿与强酸、强碱共贮混运，禁止与油品及其他液体有机物混放。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。吸入粉尘会引起“尘肺性”肺硬化，注意防尘。

【生产单位】 廊坊开维化工科技有限公司，大连分子筛厂，郑州雪山实业公司，上海恒业化工有限公司，上海申昙环保新材料有限公司，上海沸石分子筛有限公司，天津市正源昊业分子筛有限公司，大连海鑫化工有限公司。

An037 13X分子筛

【英文名】 molecular sieve type 13X

【结构式】 $Na_2O\cdot Al_2O_3\cdot(2\sim3)SiO_2\cdot 6.0H_2O$

【物化性质】 白色粉末，通常制成球形。无毒、无臭、不燃烧、不爆炸。表面积大，是一种高效能吸附剂，在吸附质浓度很低时，仍有较高的吸附能力。既能选择吸附，又能脱水干燥，还能煤油脱蜡，特别具有二氧化碳与水、硫化氢与水的共吸附作用。

【质量标准】 参考企业标准（大连海鑫化工有限公司）

性　能	技术指标			
形状	条形		球形	
直径/cm	1.5～1.7	3.0～3.3	1.0～1.6	3.0～5.0
粒度合格率/%	≥98	≥98	≥96	≥96
堆积密度(g/mL)	≥0.54	≥0.54	≥0.60	≥0.60
磨耗率/%	≤0.20	≤0.25	≤0.20	≤0.20
抗压强度①/N	≥30	≥45	≥10	≥60
静态水吸附/%	≥25	≥25	≥25	≥25
二氧化碳空气处理量/(L/g)	≥14	≥14	≥14	≥14
包装水含量/%	≤1.5	≤1.5	≤1.5	≤1.5

① 条形产品指单位长度上的抗压强度，球形产品指单位颗粒的抗压强度。

【用途】 用于气体的干燥和净化，也用于汽油脱硫，能使高硫汽油中的硫含量从0.003降至0.0003左右。

【制法】 水热合成法：以偏铝酸钠、氢氧化钠为原料，水玻璃稀溶液的配制及偏铝酸钠溶液的制备参见3A分子筛。把水玻璃、偏铝酸钠、氢氧化钠及定向剂按照一定的摩尔比（一般 Al_2O_3 ∶ SiO_2 ∶ Na_2O ∶ H_2O=1∶3.66∶4.81∶181）进行混合，在40℃以上，在强烈搅拌下进行反应生成凝胶，然后升温至（102±2)℃，并在此温度下恒温静态结晶，形成晶体，经过滤洗涤、烘干得到晶体粉末，与黏合剂捏合、成型，经灼烧活化，得到13X分子筛。

【安全性】 无危险性。用内衬聚乙烯塑料袋的纸箱或圆桶包装，净重25kg。贮存于干燥库房中，防水、防潮。勿与强酸或强碱共贮混运，禁止与油品及其他液态有机物混放。装卸时轻拿轻放，防止包装破损。切忌浸水。吸入粉尘会引起“尘肺性”肺硬化，注意防尘。

【生产单位】 大连海鑫化工有限公司，廊坊开维化工科技有限公司，上海宇洲干燥剂有限公司，山东迅达化工有限公司，郑州雪山实业公司，上海恒业化工有限公司，上海申昙环保新材料有限公司，上海沸石分子筛有限公司，天津市正源昊业分子筛有限公司，上海有新分子筛有限公司，明光市奥鑫分子筛厂，上海恒业化工有限公司。

An038 Ag-X 分子筛

【英文名】 molecular sieve type Ag-X

【结构式】 $0.70Ag_2O \cdot 0.3Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot (2.5\sim3.0)SiO_2 \cdot (6\sim7)H_2O$

【物化性质】 白色颗粒，具有良好的吸附性能。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标			
	1～2mm	2～3mm	3～5mm	5～8mm
外观	灰色或略带灰色的球状颗粒			
静态水吸附/(mg/g) ≥	170	170	170	170
氧化银/%	28	28	28	28
机械磨损强度/% ≥		85	85	85

【用途】 为多种用途的脱氧净化剂。可脱除多种气体（氢、氮、氦及烃类）中的微量氧至百万分之一以下，效果优于钯系催化剂，工艺优于锰系催化剂。

【制法】 离子交换法：将13X原粉加入硝酸银溶液，经离子交换，真空过滤，烘干，造粒，再烘干，活化，制得Ag-X分子筛。

【安全性】 用双层聚乙烯塑料袋包装，每袋净重1kg。运输时需外加木箱或硬纸板箱保护。应贮于阴凉、干燥的库房中，严防受潮。

【生产单位】 南京天一化工有限责任公司。

An039 203 分子筛

【别名】 Cu-X 分子筛

【英文名】 molecular sieve type 203；molecular sieve type Cu-X

【结构式】 $0.16CuO \cdot 0.84Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot (2.5\pm0.5)SiO_2 \cdot (6.5\pm0.5)H_2O$

【物化性质】 是一种内外表面都具有活性的催化剂。无毒、无臭，不燃烧、不爆炸。选择性好，可在高温条件下使用，活性稳定。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指　标
外形	条形
粒度/mm	3.5±0.5
吸苯量/(mg/g)　　≥	140
Cu^{2+} 含量/%	1.6
压缩强度/MPa　　≥	2.94

【用途】 主要用于航空汽油和相应馏分的灯油及液态烃、异丙醇、丙烷等产品的脱硫醇，可使处理后的产品中硫醇含量小于 5×10^{-6}。

【制法】 水热合成法：以水玻璃、偏铝酸钠、氢氧化钠为原料，水玻璃溶液的配制及偏铝酸钠溶液的制备参见 3A 分子筛。将水玻璃、偏铝酸钠、氢氧化钠按一定的摩尔比（一般为 Al_2O_3 ∶ SiO_2 ∶ Na_2O ∶ H_2O＝1∶3.66∶4.18∶181）进行混合，并加入定向剂，在 40℃以上，在强烈搅拌下进行反应，反应生成的凝胶经升温至(102±2)℃，并在此温度下恒温静态结晶，形成的晶体经过滤洗涤，加入氯化铜进行离子交换（交换度 16%），再经过滤洗涤至无氯离子，烘干，得到晶体粉末，再加入黏合剂（羊甘土，合成胶）捏合、成型、灼烧活化，得到 203 分子筛。

【安全性】 无危险性。用内衬聚乙烯塑料袋的纤维板圆桶包装，每桶净重 25kg。贮存于干燥的库房中，严格注意防水防潮。勿与强酸、强碱共贮混运，禁止与油品或其他液态有机物混放。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。吸入粉尘会引起“尘肺性”肺硬化，应注意防尘。

【生产单位】 明光市奥鑫分子筛厂，上海恒业化工有限公司。

An040 Ca-Y 分子筛

【英文名】 molecular sieve type Ca-Y

【结构式】 $0.70CaO\cdot0.30Na_2O\cdot Al_2O_3\cdot(4.5\pm0.5)SiO_2\cdot(8.0\pm1.0)H_2O$

【物化性质】 具有均匀微孔，含多水的硅铝酸盐。热稳定性、耐酸性和抗毒性良好，加热失水成为一种多孔的强吸附剂。对分子大小、饱和程度、极性和沸点不同的物质具有不同的选择吸附、分离和催化性能。在晶体结构上比 13X 分子筛有更多的二氧化硅四面体和较少的金属离子。具有高选择性和催化活性。吸附、脱吸和离子交换性能极强。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指　标
外形	条形
粒度/mm	3.5±0.5
吸苯量/(mg/g)　　≥	110
压缩强度/MPa　　≥	2.94

【用途】 用于一般吸附分离，尤其用于液体石蜡、航空煤油、灯油的精制。还用作催化剂和催化剂载体。

【制法】 水热合成法：以水玻璃、偏铝酸钠、氢氧化钠为原料，水玻璃稀溶液的配制及偏铝酸钠的制备参见 3A 分子筛。把水玻璃、偏铝酸钠按一定摩尔比（一般摩尔比为 Na_2O ∶ Al_2O_3 ∶ SiO_2 ∶ H_2O＝3.1∶1∶8∶196）混合，加入硫酸（稀释至 2.25mol/L），在 20～30℃搅拌一段时间后，加入定向剂，再搅拌半小时，升温至 50℃，老化一定时间，迅速升温至(102±2)℃，结晶 16～24h（控制母液的碱度），所得结晶经过滤，并用 50～60℃水洗涤，加入氯化钙进行离子交换（交换度 70%），再经过滤，用水洗涤至无氯离子，在 120℃干燥，加入硅溶胶捏合、成型、灼烧活化，得到 Ca-Y 分子筛。

【安全性】 无危险性。用内衬聚乙烯塑料袋的纤维板圆桶包装，每桶净重 25kg。贮存于干燥的库房中，严格注意防水、防潮。勿与强酸、强碱共贮混运，禁止与油品及其他液态有机物品混放。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。吸入粉尘会引起“尘肺性”肺硬化，应注意防尘。

【生产单位】 明光市奥鑫分子筛厂，上海恒业化工有限公司。

An041 KBa-Y 分子筛

【英文名】 molecular sieve type KBa-Y

【物化性质】 白色球形颗粒，具有吸附分离作用。对 C_8 芳烃异构体中的对二甲苯有较大的亲和力，能分离出纯度高的对二甲苯。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指 标
粒度/目		16～24
粒度合格率/%	⩾	85
表观密度/(g/cm^3)		0.85～0.62
吸苯量/(mg/g)		165
耐压强度/(N/粒)	⩾	0.2
对二甲苯纯度/%		96
对二甲苯收率/%		70

【用途】 主要用于从混合二甲苯中分离及提取高纯度对二甲苯。

【制法】 水热合成法：由水玻璃、烧碱、氢氧化铝、硫酸进行合成结晶化，经洗涤脱水、烘干，先制得 Na-Y 型分子筛的原粉。再将此原粉与硅溶胶进行造粒成球、活化、钾离子交换、烘干、活化，制得 KBa-Y 分子筛。

【安全性】 无危险性。内衬聚乙烯塑料袋，用木箱或铁桶包装，净重 10kg、25kg。贮存于阴凉、干燥的库房中，防潮、防水，运输时严防包装破损。

【生产单位】 上海恒业化工有限公司。

An042 Re-Y 分子筛

【别名】 稀土分子筛

【英文名】 molecular sieve type Re-Y; molecular sieve, rare-earths

【结构式】 $M_2O/n \cdot Al_2O_3 \cdot wSiO_2 \cdot yH_2O$

【物化性质】 淡黄色粉末。不溶于水和有机溶剂，溶于强酸和强碱。具有多微孔结构，比表面积 900～1000m^2/g，孔径为 (9～10) $\times 10^{-10}$m。晶格破坏温度为 900～950℃。活性较高，选择性好，焦化倾向很小。能使烃类裂解成汽油，并能改善辛烷值稳定性。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
硅铝比(摩尔比)	⩾	5.0
结晶度/%	⩾	90
灼烧减量/%	⩽	2
稀土元素氧化物含量(Re_2O_3)/%	⩽	17
氧化钠(Na_2O)/%	⩽	1.5

【用途】 主要用作石油催化裂化反应过程中的催化剂。

【制法】 水热合成法：以水玻璃、偏铝酸钠、氢氧化钠为原料，水玻璃稀溶液及偏铝酸钠的制备参见 3A 分子筛。将水玻璃、偏铝酸钠、氢氧化钠按一定摩尔比（一般为 $Al_2O_3 : SiO_2 : Na_2O : H_2O = 1 : 8 : 3.0 : 192$）混合，并加入硫酸（稀释至 2.25mol/L），在 20～30℃搅拌后，加入定向剂，搅拌半小时，升温至 50℃，老化一定时间，再迅速升温至（102±2)℃，结晶 16～24h（控制母液的碱度），所得结晶经过滤、50～60℃水洗涤、加入稀土元素（Re）的氯化物进行离子交换（交换度 70%），再经过滤、洗涤除去氯离子，在 120℃烘干，最后加入硅溶胶捏合、成型、灼烧活化，得到 Re-Y 分子筛。

【安全性】 无危险性。用内衬聚乙烯塑料袋的纤维板圆桶包装，每桶净重 25kg。贮存于干燥的库房中，严格注意防水、防潮。勿与强酸、强碱共贮混运，禁止与油品及其他液态有机物品混放。装卸时要轻拿轻放，避免摔滚。吸入粉尘会引起“尘肺性”肺硬化，应注意防尘。

【生产单位】 上海恒业化工有限公司，上海嘉定正达分子筛有限公司。

An043 超细硅酸铝

【英文名】 aluminium silicate ultra-fine

【结构式】 $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot (2.3\sim3.2)SiO_2 \cdot nH_2O$

【物化性质】 无定形超细白色粉末。具有极好的悬浮性和纯白的外观。水浸 pH 值为 9.70～10.80。表观密度为 0.22～0.28kg/L，折射率为 1.46。是一种可改善颜料的着色强度及遮盖性能等增效作用的功能性硅酸盐。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指　　标		
	1	2	3
外观	松散白色粉末	松散白色粉末	松散白色粉末
水分/%	6～9	≤5.0	≤5.0
灼烧减量/%	7～9	<10	<10
堆积密度/(kg/L)	0.20～0.28	0.20～0.28	0.20～0.28
pH 值(5%悬浊液)	9.70～10.80	9.0～10.5	7.0～8.0
吸油值/(g/100g)	—	≤120	≤120
白度/%　≥	97	96	96
平均粒径/μm　≤	1.5	1.5	1.5

【用途】 与颜料配合，广泛用于油漆、皮革、印染、油墨、造纸、塑料、橡胶等方面。尤其是在涂料中使用可节省 15%～20%的钛白粉，并明显地改进了涂料的白度、干膜遮盖力、贮藏稳定性及耐候性。

【制法】 沉淀法：将水玻璃和硫酸铝分别稀释，配制成一定浓度的溶液，进行中和反应生成硅酸铝沉淀，经过滤、洗涤、干燥、粉碎，制得硅酸铝。

【安全性】 无危险性。用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋包装，每袋净重 20kg。应贮存在阴凉、干燥、清洁的库房中，包装密封，注意防潮。

【生产单位】 河北省廊坊开发区津信超细化工有限公司，廊坊广山精细化工有限公司，廊坊丰得润化工有限公司。

An044 硅酸季铵粉末

【英文名】 quaternary ammonium silicate

【结构式】 $(NR_4)_2O \cdot (22\sim45)SiO_2 \cdot H_2O$

【物化性质】 流动性良好的粉末。水溶性好，其水溶液具有优良的黏结性。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指　标
SiO_2/%　≥	78.1
Na_2O/%　≤	0.12
$(NR_4)_2O$/%　≤	14.7
H_2O/%　≤	7.1
水溶性	良

注：表中含量为质量分数。

【用途】 硅酸季铵可以在应用硅溶胶的所有领域中使用。因产品是粉末，可与各种固化剂自由组合，固化时间可任意变化。可作为浇注材料、压制材料、喷涂材料等通常的耐火材料的黏合剂，以及新型陶瓷成形体的黏合剂。当用于灰砂浆中时，可得到耐酸、耐热、耐水的灰砂制品。当与硅酸钠配合作为黏合剂时，可解决使用中的泛白问题，并可提高成形物耐水性。

【制法】 将酸性硅溶胶或固胺和季铵氢氧化物代替碱金属的硅溶胶，与季铵氢氧化物混合，控制 $SiO_2/(NaR_4)_2O$ 摩尔比为 22～45 的范围，搅拌，待 pH 值稳定在 11.4 后，经适当减压浓缩、喷雾干燥，制得粉末状硅酸季铵粉末产品。

【安全性】 无危险性。内衬聚乙烯塑料袋，外套聚丙烯编织袋密封包装。应贮存在通

风、干燥、阴凉的库房内。注意防潮，勿与酸类共贮混运。运输中要防雨淋和曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

【生产单位】 日本化学工业株式会社。

An045 硅酸锂

【英文名】 lithium silicate

【结构式】 $Li_2O \cdot nSiO_2 \cdot mH_2O$

【物化性质】 无臭、无味，透明液体。呈弱碱性，pH 值在 11 左右。产品相对密度和黏度随产品型号而不同，相对密度在 1.16～1.19 之间（25℃）。溶于水及碱性溶液，不溶于醇及有机溶剂。与酸作用游离出凝胶。有自干性，溶液水分蒸发后，能生成一种不溶于水的干膜，具有水不可逆性。

【质量标准】 参考企业标准（武汉市智发科技开发有限公司）

项目名称	指标
外观	无色至微黄、无味、透明或半透明微浑浊黏稠液体
含固量/%	25+1
二氧化硅(SiO_2)/%	22.5+0.5
氧化锂(Li_2O)/%	2.6+0.1
模数	4.2+0.2
密度(25℃)/(g/cm^3)	1.19～1.22

【用途】 用作黏合剂，主要用于无机富锌涂料和高级焊条。

【制法】 氢氧化锂法：将硅酸钠与硫酸反应，生成水合硅酸与硫酸钠，取其水合硅酸与氢氧化锂反应，生成硅酸锂和水，制得硅酸锂产品。

【安全性】 无危险性。本品无毒，不燃。采用铁桶或聚乙烯塑料桶包装，每桶 25kg。应贮存在通风、阴凉的库房内，运输过程中要避免烈日曝晒，冬季要防止冷冻，要求在 20～40℃条件下贮运。

【生产单位】 武汉市智发科技开发有限公司，江阴国联化工有限公司，武汉市大汉科技发展有限公司。

An046 硅酸铅

【英文名】 lead silicate

【结构式】 $3PbO \cdot 2SiO_2$

【分子量】 789.76

【物化性质】 淡黄色至金黄色重质玻璃晶粒。相对密度 6.2，软化点 750℃。不溶于水和乙醇，微溶于强酸。化学性质稳定，为无定形晶体。有毒！

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 3248—2011

项目		指标
外观		柠檬黄色玻璃状颗粒
一氧化铅(PbO)质量分数/%		84.5～85.5
二氧化硅(SiO_2)质量分数/%		14.3～15.3
三氧化铁(Fe_2O_3)质量分数/% ≤		0.01
三氧化二铝(Al_2O_3)质量分数/% ≤		0.10
水分质量分数/% ≤		0.1
粒度质量分数/%	粒径 236mm 以上(筛余物)	0
	粒径 0.106～2.00mm ≥	95.0

【用途】 用于制造光学玻璃、显像管、光导纤维、日用器皿以及用于低熔点焊接等。

【制法】 干法氧化铅与硅砂在高温下熔融、冷却、破碎、筛分，制得硅酸铅。

【安全性】 用铁桶内衬聚乙烯塑料袋包装，每桶净重 50kg。贮存于通风、干燥的库房中。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。铅及铅化合物几乎伤害人体所有器官，如神经系统、血液系统、新陈代谢和

内分泌系统、消化系统、心血管系统等。铅中毒的早期症状为齿龈边缘出现铅线（明显中毒时可能没有铅线），出现所谓的“铅色”皮肤，呈土色。遇铅中毒，如果出现绞痛，皮下注射阿托品等药物治疗，洗热水浴，腹部保暖、灌肠以及透热法等紧急治疗。粉尘或蒸气最大容许浓度为 0.01mg/m³。口罩可阻滞 95%～97%的铅粉尘。蒸气浓度高时可使用过滤式防毒面具或软管式防毒面具，强制供给新鲜氧气。在工作场所工作时间禁止进食。饭前、工后要漱口刷牙，工作后必须洗淋浴。在熔铅及进行含铅物质操作时要严格遵守技术程序要求，要把容易起尘的物质打湿。

【生产单位】 江苏佐仕科技有限公司，新乡扬远化工有限责任公司，江苏天鹏氧化铅有限公司，江都市恒升有色化工有限公司。

An047 硅酸钾

【别名】 钾水玻璃

【英文名】 potassium silicate; potash water glass

【结构式】 $K_2O \cdot nSiO_2$

【物化性质】 稠状液体。易溶于水和酸，并游离出胶状硅酸，钾含量愈高则愈易溶，不溶于醇。

【质量标准】 化工行业标准《工业硅酸钾》HG/T 4131—2010

项目		指标				
		Ⅰ类(液体)				Ⅱ类(固体)
		Ⅰ型		Ⅱ型		
		一等品	合格品	一等品	合格品	
密度(20℃)/(g/cm³)		1.394～1.450		1.355～1.408		—
氧化钾(K_2O)质量分数/%	≥	15.5		11.5		31.0
二氧化硅(SiO_2)质量分数/%	≥	24.0		25.0		65.5
模数(M)		2.20～2.50		3.10～3.40		3.10～3.40
可溶固体质量分数/%	≥	—	—	—	—	98.5
硫(S)质量分数/%	≤	0.03	0.05	0.03	0.05	0.11
磷(P)质量分数/%	≤	0.03	0.05	0.03	0.05	—
水不溶物质量分数/%	≤	0.05	0.10	0.10	0.30	—
黏度(20℃)/Pa·s		协议				—

【用途】 用作还原染料、防火剂、电焊条黏合剂及无机涂料黏结剂，还可用于肥皂、医药、耐火材料的生产等。

【制法】 熔融法：将硅砂和苛性钾按一定比例混合后加入熔融炉中，用重油或电加热至 1200～1400℃，当形成完全熔融透明体时，从炉中放出冷却固化后，再放入高压釜中，通加压蒸汽（0.2MPa）溶解。将溶液静置澄清，除去杂质，澄清液经浓缩得到硅酸钾成品。其反应式如下：

$$2KOH + nSiO_2 \longrightarrow K_2O \cdot nSiO_2 + H_2O$$

【安全性】 无危险性。液体用铁桶或塑料桶包装，每桶净重 150kg、250kg、300kg。工业固体硅酸钾采用塑料编织袋包装，每袋净含量 50kg，也可按用户要求的规格进行包装。贮存于一般库房中，或用槽罐贮存，贮运时气温勿低于−5℃。容器必须密封，应防雨淋和曝晒。不可与酸类物品共贮混运。失火时，可用水和各种灭火器扑救。

【生产单位】 青岛东岳泡花碱有限公司，浙江上虞华宝化工有限公司，武汉市智发科技开发有限公司，嘉善县助剂一厂，浙江嘉善德昌粉体材料有限公司。

An048 硅酸钠

【别名】 水玻璃；泡花碱

【英文名】 sodium silicate；water glass

【结构式】 $Na_2O \cdot nSiO_2 \cdot xH_2O$

【物化性质】 无色、淡黄色或青灰色透明的黏稠液体。溶于水呈碱性，遇酸分解（空气中的二氧化碳也能引起分解）而析出硅酸的胶质沉淀。无水物为无定形状，天蓝色或黄绿色，为玻璃状。其相对密度随模数的降低而增大，无固定熔点。

【质量标准】 国家标准 GB/T 4209—2008

表 1　工业液体硅酸钠技术指标

指标项目 \ 型号级别	液-1			液-2		
	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
铁(Fe)含量质量分数/% ≤	0.02	0.05	—	0.02	0.05	—
水不溶物质量分数/% ≤	0.10	0.40	0.50	0.10	0.40	0.50
密度(20℃)/(g/cm^3)	1.336～1.362			1.368～1.394		
氧化钠(Na_2O)质量分数/% ≥	7.5			8.2		
二氧化硅(SiO_2)质量分数/% ≥	25.0			26.0		
模数(M)	3.41～3.60			3.10～3.40		

指标项目 \ 型号级别	液-3			液-4		
	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
铁(Fe)含量质量分数/% ≤	0.02	0.05	—	0.02	0.05	—
水不溶物质量分数/% ≤	0.20	0.60	0.80	0.20	0.80	1.00
密度(20℃)/(g/cm^3)	1.436～1.465			1.526～1.559		
氧化钠(Na_2O)质量分数/% ≥	10.2			12.8		
二氧化硅(SiO_2)质量分数/% ≥	25.7			29.2		
模数(M)	2.60～2.90			2.20～2.50		

表 2　工业固体硅酸钠技术指标

指标项目 \ 型号级别	固-1			固-2			固-3	
	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	一等品	合格品
可溶固体质量分数/% ≥	99.0	98.0	95.0	99.0	98.0	95.0	98.0	95.0
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.02	0.12	—	0.02	0.12	—	0.10	—
氧化铝质量分数/% ≤	0.30	—	—	0.25	—	—	—	
模数(M)	3.41～3.60			3.10～3.40			2.20～2.50	

注：产品分类、型号分类如下。工业硅酸钠分为两类：Ⅰ类，液体硅酸钠；Ⅱ类，固体硅酸钠。液体硅酸钠分为四种型号：液-1、液-2、液-3、液-4。固体硅酸钠分为三种型号：固-1、固-2、固-3。液-1、液-2、固-1、固-2、固-3 型产品主要用作黏结剂、填充料和化工原料等。液-3 型产品主要用于建材业。液-4、固-3 型产品主要用于铸造行业作黏结剂等。

【用途】 主要用作版纸、木材、焊条、铸造、耐火材料等方面的黏合剂，制皂业的填充料，以及土壤稳定剂、橡胶防水剂。也用于纸张漂白、矿物浮选、合成洗涤剂。是无机涂料的组分，也是硅胶、分子筛、沉淀法白炭黑等硅系列产品的原料。

【制法】 硅酸钠生产分干法和湿法两种。

（1）干法　包括纯碱法、硫酸钠（芒硝）（天然碱）法。

① 纯碱法。将纯碱和硅砂按一定比例均匀混合，在 1400～1500℃进行熔融反应，熔融物经水淬冷却形成玻璃料，趁热投入溶解槽内，再通入蒸汽加热溶解，经沉降、浓缩，制得水玻璃。其反应式如下：

$nSiO_2+Na_2CO_3 \longrightarrow$

$Na_2O \cdot nSiO_2+CO_2\uparrow$

② 硫酸钠法。先将硫酸钠（芒硝）和煤粉均匀混合，再加入硅砂，混合均匀后快速加入炉内进行反应，反应完成后，生成物出炉冷却、粉碎、溶解、沉淀、浓缩，制得水玻璃。其反应式如下：

$2Na_2SO_4+2C+2nSiO_2 \longrightarrow$

$2(Na_2O \cdot nSiO_2)+S+SO_2\uparrow+2CO_2\uparrow$

③ 天然碱法。将天然碱、硅砂和煤粉按一定比例混合，再加入起调节作用的烧碱渣，把混合料经炉顶预热 2～4h 后投入炉内进行反应，经 3～5h 生成熔融物，经出料水淬冷却，把冷却形成的玻璃料溶解、沉淀、浓缩，制得水玻璃。其反应式如下：

$Na_2CO_3+nSiO_2 \longrightarrow$

$Na_2O \cdot nSiO_2+CO_2\uparrow$

$2Na_2SO_4+2C+2nSiO_2 \longrightarrow$

$2(Na_2O \cdot nSiO_2)+SO_2\uparrow+2CO_2\uparrow+S$

（2）湿法　将液体烧碱和硅砂按适当比例混合加入压热釜中，通入直接蒸汽加热，待反应釜中压力升至 0.7～0.8MPa 后，停止通入直接蒸汽，用夹套蒸汽保温，维持此压力，反应数小时，将反应物过滤、浓缩，制得水玻璃。其反应式如下：

$2NaOH+nSiO_2 \longrightarrow Na_2O \cdot nSiO_2+H_2O$

【安全性】 无危险性。液体产品用清洁的小口铁桶或塑料桶包装，桶用衬以胶垫的螺丝口盖子盖严，每桶净重 200kg 或 250kg，也可自备容器散装。固体产品用内衬塑料袋的麻袋或编织袋包装，每袋净重 80kg，也可按用户要求的规格进行包装。贮存于一般库房中，或用槽罐贮存。容器必须密封，不可与酸类物品共贮混运。

【生产单位】 青岛东岳泡花碱有限公司，山东莱州福利泡花碱有限公司，浙江上虞华宝化工有限公司，武汉市智发科技开发有限公司，确成硅化学股份有限公司，株洲兴隆化工实业有限公司，青州联科白炭黑有限公司，通化市双龙化工有限公司，福建正盛无机材料股份有限公司，三明市丰润化工有限公司，福建省三明正元化工有限公司，南平嘉联化工有限公司，唐山大唐化工有限公司，滕州市辛绪化工原料有限公司。

An049 工业速溶粉状硅酸钠

【英文名】 instant dissolved sodium silicate powder for industrial use

【结构式】 $Na_2O \cdot nSiO_2$

【物化性质】 白色或略带浅灰色粉末或呈小颗粒状。在空气中极易吸湿，受潮结块。能溶于水，溶解速度快，水溶液呈碱性，具有很强的黏合性，它能均匀地与粉状物料混合，分散性好，耐低温性好（－40℃性能不变）。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 4315—2012

项　目		指　标				
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅴ	Ⅵ
模数(M)		2.00±0.10	2.30±0.05	2.85±0.05	3.00±0.05	3.30±0.05
氧化钠(Na_2O)/%		25.0～28.0	23.0～26.0	20.0～23.0	19.0～22.0	18.0～21.0
二氧化硅(SiO_2)/%		48.0～54.0	51.0～58.0	55.0～64.0	55.0～64.0	56.0～65.0
溶解速度/(s/100g H_2O)	≤	90	90	—	—	—
堆积密度/(g/mL)		0.35～0.80	0.50～0.80	0.50～0.80	0.50～0.80	0.50～0.80
筛余物①(150μm 筛)质量分数/%	≤	5	5	5	5	5
白度(W)/%	≥	85	—	—	—	—

① 用户对筛余物另有要求时可按照协议要求。

【用途】 用作耐火材料黏合剂、炉窑喷补剂、焊条药粉黏结剂、耐酸水泥黏结剂、洗涤剂中的除油污助剂，石油开采和隧道堵孔剂、加固剂，并适于一般水玻璃的各种用途。

【安全性】 无危险性。装于内衬两只高压聚乙烯塑料袋的聚丙烯编织袋中，每袋净重 25kg。外销采用三合一复合牛皮纸包装，每袋净重 25kg，外包装上应有明显的“防潮”标志。贮存于阴凉、干燥的库房中，包装密封，防止结块。不可与酸类商品共贮混运，运输过程中防雨淋。失火时，可用水、砂土、各种灭火器扑救。

【生产单位】 嘉善县助剂一厂，浙江嘉善德昌粉体材料有限公司，青岛东岳泡花碱有限公司，浙江上虞华宝化工有限公司，洛阳市奇航化工有限公司。

An050 五水偏硅酸钠

【英文名】 sodium metasilicate pentahydrate

【结构式】 $Na_2SiO_3 \cdot 5H_2O$

【分子量】 212.14

【物化性质】 白色方形结晶或球状颗粒。相对密度 0.7～1.0，熔点 72.2℃。易溶于水和稀碱液，不溶于醇和酸，水溶液呈碱性。露置空气中易吸湿潮解。具有去垢、乳化、分散、湿润、渗透性及 pH 值缓冲能力。较浓溶液对织物及皮肤有腐蚀作用。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2568—2008

指标名称	Ⅰ类	Ⅱ类		Ⅲ类	
	零水偏硅酸钠	五水偏硅酸钠		九水偏硅酸钠	
		优等品	一等品	优等品	一等品
二氧化硅(以 SiO_2 计)质量分数/%	≥45.0	27.8～29.2	27.3～29.0	21.0～22.5	20.0～22.5
总碱量(以 Na_2O 计)质量分数/%	50.0～52.0	28.7～30.0	28.2～30.0	21.5～23.0	20.5～23.0
水不溶物质量分数/% ≤	0.25	0.05	0.10	0.05	0.30
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.03	0.01	0.02	0.015	0.05
白度/% ≥	75	80	75	80	70

【用途】 主要用作洗衣粉、金属清洗剂、餐具洗涤中的高效助剂。用于棉纱蒸煮，还用于旧纸张去油墨、印刷去污、植物油回收，并可用作过氧化物漂白的稳定剂。

【制法】 合成法：将水玻璃固体在高温、高压下溶解，与烧碱反应，结晶、分离，湿滤饼经干燥得到产品。分离出的母液经处理可返回流程的合成工序使用。其反应式如下：

$$Na_2O \cdot mSiO_2 + (4m+1)H_2O + 2(m-1)NaOH \longrightarrow m(Na_2SiO_3 \cdot 5H_2O)$$

【安全性】 无危险性。编织袋内衬聚乙烯塑料袋包装，封口要严密。每袋净重 25kg、40kg 或 50kg，并注明“防潮”、“防雨”字样。贮存在阴凉、通风、干燥处。运输过程中要防潮、防雨、防曝晒。

【生产单位】 浙江上虞华宝化工有限公司，清远广正大陶瓷洗涤材料有限公司，天津市东方红化工厂，青岛东岳泡花碱有限公司，上虞市强盛化工有限公司，河南百仕达化工有限公司。

An051 九水偏硅酸钠

【英文名】 sodium metasilicate nonahydrate

【结构式】 $Na_2SiO_3 \cdot 9H_2O$

【分子量】 284.20

【物化性质】 白色方形结晶。相对密度 0.7～0.9，熔点 40～48℃。易溶于水及稀碱液，不溶于醇和酸，水溶液呈碱性。露置空气中易吸湿潮解。具有去污、乳化、分散、湿润、渗透性及 pH 值缓冲能力。较浓溶液对织物及皮肤有腐蚀作用。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2568—2008

指标名称		Ⅰ类	Ⅱ类		Ⅲ类	
		零水偏硅酸钠	五水偏硅酸钠		九水偏硅酸钠	
			优等品	一等品	优等品	一等品
二氧化硅(以 SiO_2 计)质量分数/%		≥45.0	27.8～29.2	27.3～29.0	21.0～22.5	20.0～22.5
总碱量(以 Na_2O 计)质量分数/%		50.0～52.0	28.7～30.0	28.2～30.0	21.5～23.0	20.5～23.0
水不溶物质量分数/%	≤	0.25	0.05	0.10	0.05	0.30
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.03	0.01	0.02	0.015	0.05
白度/%	≥	75	80	75	80	70

【用途】 主要用作版纸、木材、焊条、铸造、耐火材料等方面的黏合剂，制皂业的填充料，以及土壤稳定剂、橡胶防水剂。也用于纸张漂白、矿物浮选、合成洗涤剂。

【安全性】 无危险性。编织袋内衬聚乙烯塑料袋包装，封口要严密。每袋净重25kg、40kg 或 50kg。并注明“防潮”、“防雨”字样。贮存在阴凉、通风、干燥处。运输过程中要防潮、防雨、防曝晒。

【生产单位】 浙江上虞华宝化工有限公司，清远广正大陶瓷洗涤材料有限公司，青岛东岳泡花碱有限公司，河南百仕达化工有限公司，洛阳市奇航化工有限公司，佛山市盛海化工科技有限公司，广东佛山市南海中发水玻璃厂，青岛嘉润化工有限公司。

An052 无水偏硅酸钠

【英文名】 sodium metasilicate anhydrous

【结构式】 Na_2SiO_3

【分子量】 122.10

【物化性质】 pH 值 12.4 左右，熔点 1089℃，表观密度 0.8～1.3g/cm^3，外观为无味白色流动性晶体颗粒或粉末，无味，易溶于水，不溶于乙醇，能够吸收空气中的水分和二氧化碳发生潮解。可中和酸性污物，使脂肪和油类乳化，对无机物有反絮凝作用，对金属有防腐蚀作用。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2568—2008《工业偏硅酸钠》

指标名称		Ⅰ类	Ⅱ类		Ⅲ类	
		零水偏硅酸钠	五水偏硅酸钠		九水偏硅酸钠	
			优等品	一等品	优等品	一等品
二氧化硅(以 SiO_2 计)质量分数/%		≥45.0	27.8～29.2	27.3～29.0	21.0～22.5	20.0～22.5
总碱量(以 Na_2O 计)质量分数/%		50.0～52.0	28.7～30.0	28.2～30.0	21.5～23.0	20.5～23.0
水不溶物质量分数/%	≤	0.25	0.05	0.10	0.05	0.30
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.03	0.01	0.02	0.015	0.05
白度/%	≥	75	80	75	80	70

【用途】 代替三聚磷酸钠应用于合成洗涤剂，金属清洗、餐具清洗、公共卫生事业清洗和食品、肉类、奶品加工设备等工业清洗剂的洗涤助剂，黏土分散解凝剂，油脂乳化剂，纸张脱墨剂。广泛应用于陶瓷、洗涤剂、纺织、印染、造纸、电镀、水煤浆、混凝土、石油等行业。

【制法】 合成法：将水玻璃固体在高温、高压下溶解，与烧碱反应，经结晶、分离、干燥得到产品。其反应式如下：

$$Na_2O \cdot mSiO_2 + 2(m-1)NaOH \longrightarrow mNa_2SiO_3 + (m-1)H_2O$$

【安全性】 无危险性。编织袋内衬聚乙烯塑料袋包装，封口要严密。每袋净重25kg、40kg 或 50kg，并注明“防潮”、“防雨”字样。贮存在阴凉、通风、干燥

处。运输过程中应防潮、防雨、防曝晒。

【生产单位】 浙江上虞华宝化工有限公司，青岛东岳泡花碱有限公司，河南百仕达化工有限公司，洛阳市奇航化工有限公司，青岛嘉润化工有限公司。

An053 层状结晶二硅酸钠

【英文名】 crystalline layered sodium disilicate

【结构式】 $Na_2Si_2O_5$

【分子量】 182.145

【物化性质】 白色粉末，熔点874℃，密度2.496g/cm^3，能溶于水。晶形有δ、β、α、γ等几种形式，其中δ、β型商品价值明显，以δ型占主要成分的层状结晶二硅酸钠软化水能力最强。

【质量标准】 国家标准 GB/T 20214—2006

<table>
<tr><th colspan="2">项　目</th><th></th><th>指标</th></tr>
<tr><td colspan="2">钙交换能力(以 $CaCO_3$ 计)/(mg/g)</td><td>≥</td><td>300</td></tr>
<tr><td colspan="2">镁交换能力(以 $MgCO_3$ 计)/(mg/g)</td><td>≥</td><td>370</td></tr>
<tr><td colspan="2">白度(W = Y)/%</td><td>≥</td><td>85</td></tr>
<tr><td colspan="2">pH(0.1%水溶液,25℃)</td><td>≤</td><td>12.0</td></tr>
<tr><td colspan="2">灼烧失量[(800±10)℃,1h]/%</td><td>≤</td><td>1</td></tr>
<tr><td rowspan="2">化学组成</td><td>Na_2O+SiO_2 之和/%</td><td>≥</td><td>95</td></tr>
<tr><td>SiO_2 与 Na_2O 摩尔比</td><td></td><td>2.0±0.1</td></tr>
</table>

【用途】 该产品是一种高效、速溶的无磷助洗剂，是4A沸石、三聚磷酸钠(STPP)的理想替代品。

【制法】 将纯碱与硅砂按比例混合，经熔融、冷却、溶化、澄清，浓缩至一定浓度，然后加入调模剂烧碱调整至要求模数，再经喷雾干燥塔进行干燥，出干燥塔的粉体加入回转炉中，进行高温结晶，结晶温度在800℃以上。

【安全性】 无危险性。用编织袋内衬聚乙烯塑料袋包装，封口要严密。每袋净重25kg、40kg或50kg。并注明“防潮”、“防雨”字样。贮存在阴凉、通风、干燥处。运输过程中防潮、防雨、防曝晒。

【生产单位】 山东胜通集团股份有限公司，青岛东岳泡花碱有限公司，濮阳绿原化工有限公司，洛阳市奇航化工有限公司，濮阳银丰化工有限公司，四川明天精细化工有限责任公司，云南盐化集团。

An054 硅酸钾钠

【别名】 钾钠水玻璃

【英文名】 sodium potassium silicate; soda-potash water glass

【结构式】 $(Na_2O \cdot K_2O) \cdot nSiO_2$

【物化性质】 黄绿色或黄色的黏稠液体，无杂质产品为无色而透明。无臭、无味，不助燃、不易爆炸。其水溶液由于强烈的水解作用而呈碱性反应。具有较好的胶黏性，其黏性与模数、浓度和温度有关。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2830—2009

<table>
<tr><th rowspan="4" colspan="2">项　目</th><th colspan="12">指　标</th></tr>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">Ⅰ类</th><th colspan="2" rowspan="2">Ⅱ类</th><th colspan="4">Ⅲ类</th><th colspan="4" rowspan="2">Ⅳ类</th></tr>
<tr><th colspan="2">Ⅰ型</th><th colspan="2">Ⅱ型</th></tr>
<tr><th>一等品</th><th>合格品</th><th>一等品</th><th>合格品</th><th>一等品</th><th>合格品</th><th>一等品</th><th>合格品</th><th>Ⅰ型</th><th>Ⅱ型</th><th>Ⅲ型</th><th>Ⅳ型</th></tr>
<tr><td colspan="2">密度(20℃)/(g/cm^3)</td><td colspan="2">1.408～1.436</td><td colspan="2">1.436～1.465</td><td colspan="2">1.394～1.422</td><td colspan="2">1.465～1.495</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>氧化钾(K_2O)含量/%</td><td>≥</td><td colspan="2">5.50</td><td colspan="2">8.50</td><td colspan="2">10.0</td><td colspan="2">10.5</td><td>14.0</td><td>19.5</td><td>25.0</td><td>23.5</td></tr>
<tr><td>氧化钠(Na_2O)质量分数/%</td><td>≥</td><td colspan="2">5.50</td><td colspan="2">4.20</td><td colspan="2">2.50</td><td colspan="2">2.50</td><td>15.0</td><td>10.5</td><td>6.50</td><td>6.00</td></tr>
<tr><td>二氧化硅(SiO_2)质量分数/%</td><td>≥</td><td colspan="2">24.0</td><td colspan="2">25.0</td><td colspan="2">24.0</td><td colspan="2">29.0</td><td>63.0</td><td>63.0</td><td>60.0</td><td>62.0</td></tr>
<tr><td>可溶固体质量分数/%</td><td>≤</td><td colspan="2">—</td><td colspan="2">—</td><td colspan="2">—</td><td colspan="2">—</td><td>98.5</td><td>98.5</td><td>98.5</td><td>98.5</td></tr>
</table>

续表

项目	指标											
	Ⅰ类		Ⅱ类		Ⅲ类				Ⅳ类			
					Ⅰ型		Ⅱ型					
	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品	Ⅰ型	Ⅱ型	Ⅲ型	Ⅳ型
模数	2.50～2.70		2.50～2.70		2.50～2.70		2.80～3.00		2.50～2.70	2.50～2.70	2.50～2.70	2.80～3.00
硫(S)质量分数/% ≤	0.03	0.05	0.03	0.05	0.03	0.05	0.03	0.05	0.12	0.12	0.08	0.08
磷(P)质量分数/% ≤	0.03	0.05	0.03	0.05	0.03	0.05	0.03	0.05	—	—	—	—
水不溶物质量分数/% ≤	0.1	0.2	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1	0.3	—	—	—	—
黏度(20℃)/Pa·s ≥	—	—	—	—	—	—	1.5		—	—	—	—

注：Ⅰ类钾钠比为1∶1，Ⅱ类钾钠比为2∶1，Ⅲ类钾钠比为4∶1，Ⅳ类为固体硅酸钾钠。

【用途】 用作荧光屏荧光体和精密铸造的黏合剂，也用作电焊条制造中涂料的黏结剂。是生产无机涂料、还原染料以及制造硅化合物的原料。

【制法】

(1) 干法　将碳酸钾、碳酸钠和硅砂按一定比例混合加入反射炉，控制温度在1400～1450℃熔融，熔料在出料口流出，用冷水水淬成碎块，再经加热溶化后，在澄清槽中静置沉降24h，清液经蒸发、浓缩，制得硅酸钾钠成品。其反应式如下：

$$Na_2CO_3+K_2CO_3+2nSiO_2 \longrightarrow Na_2O\cdot nSiO_2+K_2O\cdot nSiO_2+2CO_2\uparrow$$

(2) 湿法　将白炭黑、苛性钾和水加入反应器进行反应，生成的硅酸钾经澄清后加入40°Bé的钠水玻璃，通入蒸汽加热反应，制得硅酸钾钠成品。

【安全性】 无危险性。用铁桶或聚乙烯塑料桶包装，每桶净重300kg。贮存于一般库房中，或用槽罐贮存。容器必须密封，应防雨淋。不可与酸类物品共贮混运，贮运时气温勿低于－5℃。失火时，可用水扑救。

【生产单位】 浙江上虞华宝化工有限公司，青岛东岳泡花碱有限公司，青岛嘉润化工有限公司，邢台大洋化工有限公司。

Ao 硫化物及硫酸盐

硫化物及硫酸盐产品是无机盐工业中的一个多品种系列，品种多达 60 余种。在石油、纺织、冶金、合成洗涤剂、涂料、玻璃、造纸、电镀、水处理等方面已广泛使用并发挥着重要作用。其中重要而用量较大的产品有无水芒硝、硫酸铝、硫酸铜、硫酸钾等。

我国无机化工产品中达百万吨级产量的产品为数不多，而硫化物及硫酸盐产品系列中的无水芒硝产量 2008 年已超过千万吨，主要用作合成洗涤剂的填料及生产硫化钠、水玻璃和群青的原料，也用于玻璃、造纸、染料、合成纤维、制革等行业。工业硫酸铝的生产规模在无机盐产品中仅次于芒硝、硅酸钠、轻质碳酸钙而居第四位，其主要用途是净水和造纸，在水处理方面作为城市用水和废水处理的絮凝剂，在造纸方面用作增加纸硬度的助剂、着色剂、消泡剂等。另外，工业硫酸铜是用途广、用量大的铜盐，主要用于制造其他铜盐，在农业方面用作杀菌剂及制造含铜农药。硫酸钾是农作物生长中不可缺少的钾肥等等。

由于技术的发展，国内外对环境保护方面的要求逐渐严格，从石油和天然气中回收的硫黄越来越多，充分利用硫黄资源，开发硫黄深加工产品就成了新课题。

总之，根据国情，充分利用我国资源优势，增加品种、扩大产量以满足各产业部门对硫化物及硫酸盐产品的需求，对促进国民经济发展有着重要意义。

Ao001 工业硫黄

【英文名】 sulfur for technical

【结构式】 S

【原子量】 32.06

【物化性质】 粉状硫黄为淡黄色粉末，块状硫黄为淡黄色晶体，有三种晶形：斜方晶硫、单斜晶硫和非晶形硫。其中斜方晶硫最稳定，市售的硫黄一般都是斜方晶形，α型硫黄、β型硫黄、γ型硫黄的相对密度分别为 2.07、1.96、1.92，熔点分别为 112.8℃、119℃、约 120℃，沸点均为 444.6℃。易溶于二硫化碳，不溶于水，略溶于乙醇和醚类，导电性和导热性都很差。易燃烧生成二氧化硫，燃烧温度一般为 248～261℃，粉状硫黄燃烧温度只有 190℃左右，燃烧时呈蓝色火焰。粉

末在空气中或与氧化剂混合易发生燃烧，甚至爆炸，无毒。液体硫黄能溶解硫化氢，其溶解度随温度的升高而增加，温度下降硫化氢即析出而污染环境。

【质量标准】 国家标准 GB 2449—2006

指标名称			指标		
			优等品	一等品	合格品
外观			固体工业硫黄有块状、粉状、粒状和片状等，呈黄色或淡黄色。液体工业硫黄可在其凝固后，按固体工业硫黄判别		
硫(S)/%		≥	99.95	99.5	99.0
水分(固体硫黄)/%		≤	2.00	2.00	2.00
水分(液体硫黄)/%		≤	0.10	0.50	1.00
灰分的质量分数/%		≤	0.03	0.10	0.20
酸度(以 H_2SO_4 计)/%		≤	0.003	0.005	0.02
有机物的质量分数/%		≤	0.03	0.30	0.80
砷(As)的质量分数/%		≤	0.0001	0.01	0.05
铁(Fe)的质量分数/%		≤	0.003	0.005	—
筛余物的质量分数/%	粒径大于 150μm	≤	0	0	3.0
	粒径 75～150μm	≤	0.5	1.0	4.0

注：筛余物指标仅用于粉状硫黄。

【用途】 用于制造硫酸、液体二氧化硫、亚硫酸钠、二硫化碳、氯化亚砜、氧化铬绿等。染料工业用于生产硫化染料，也用于制造农药、爆竹。硫黄粉用作橡胶的硫化剂，也用于配制火柴药头。造纸工业用于蒸煮纸浆，还用于冶金、选矿、硬质合金的冶炼、制造炸药、化学纤维和制糖的漂白、铁路枕木的处理等。

【制法】

（1）沸腾焙烧法　硫铁矿用沸腾焙烧产生的二氧化硫气体，经除尘后与鼓风进行混合，在还原炉中加入无烟煤或通入半水煤气进行还原，再经转化器、冷凝器、泡罩塔后放空。液态硫黄由冷凝器、泡罩塔放出，经过滤即得硫黄成品。其主反应式如下：

$$4FeS_2+11O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3+8SO_2$$

$$3FeS_2+8O_2 \longrightarrow Fe_3O_4+6SO_2$$

$$4Fe_7S_8+53O_2 \longrightarrow 14Fe_2O_3+32SO_2$$

$$C+O_2 \longrightarrow CO_2$$

$$SO_2+C \longrightarrow CO_2+1/2S_2$$

$$CO_2+C \longrightarrow 2CO$$

$$2CO+SO_2 \longrightarrow 2CO_2+1/2S_2$$

$$C+H_2O \longrightarrow CO+H_2$$

$$2COS+SO_2 \longrightarrow 1.5S_2+2CO_2$$

$$CS_2+SO_2 \longrightarrow 1.5S_2+CO_2$$

$$2H_2S+SO_2 \longrightarrow 1.5S_2+2H_2O$$

（2）天然气法　将酸性气体和空气通入燃烧炉、废热锅炉，炉气经一级冷凝器、一级捕集器去一级转化器，再经二级冷凝器、二级捕集器去二级转化器，最后经三级冷凝器、三级捕集器后放空。进入再热炉的酸性气体、空气亦分别进入相应的转化器。各捕集器捕集的硫黄流入硫黄液封槽，制得硫黄成品。其主反应式如下：

$$H_2S+1.5O_2 \longrightarrow SO_2+H_2O$$

$$SO_2+2H_2S \longrightarrow 1.5S_2+2H_2O$$

$$H_2S+0.5O_2 \longrightarrow 0.7S+0.8H_2O+0.2H_2S+0.1SO_2$$

$$2SO_2+CH_4 \longrightarrow S_2+2H_2O+CO_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：注意避免液体硫黄贮槽空间形成硫化氢的爆炸浓度而引起爆炸或中

毒。由硫化氢加工生产的回收硫黄、由天然气加工生产的液体硫，尤需注意硫化氢的析出问题。长期吸入硫黄粉尘后，易疲劳、头痛、眩晕、多汗、失眠、心区疼痛和不适、消化不良。最高容许浓度为 $2mg/m^3$。硫黄粉尘易爆，850μm 粒级硫黄粉尘浓度大于 $2.3g/m^3$ 时会爆炸。生产人员工作时，要穿工作服、戴防毒口罩、乳胶手套。工作下班后必须洗淋浴，食用含有丰富蛋白质的食物。

包装及贮运：粉状、片状硫黄用内衬牛皮纸、防潮纸或塑料薄膜袋的塑料编织袋或木箱包装，每袋（箱）净重 25kg 或 50kg。块状、粒状硫黄用麻袋包装，每袋净重 50kg。根据用户要求，可以散装，但应遮盖。包装上应有明显的“易燃物品”标志。

属二级易燃固体，危规编号：GB 4.1 类 41501。UN No. 1350，2488（熔融硫）；IMDG CODE 4174 页、4175 页，4.1 类。粉状硫黄贮存在通风、干燥的库房内，块状、粒状和片状硫黄可贮存于露天或室内仓库中。袋装硫黄垒成堆垛，堆垛间应留有不小于 0.75m 宽的通道。袋装硫黄不准放置在上下水管和取暖设备的近旁，远离热源和火种，不可与木炭、酸类及氧化剂（如硝酸盐、氯酸盐）等共贮混运。液体硫黄由专门的槽车、船和管道贮运，槽内装有加热用的蒸汽盘管，管道必须保温。液体硫黄由于析出硫化氢，贮运时必须保持贮槽上方的排气孔畅通，以免引起硫化氢积聚而爆炸。硫黄粉切忌受潮。装卸时要轻拿轻放，防止因包装破损而受潮。

失火时，可用雾状水、砂土和二氧化碳灭火器扑救。消防人员要穿戴防护用品。

【生产单位】 中石化炼销公司，中国石油化工股份有限公司，贵州红星发展股份有限公司，重庆鼎发实业股份有限公司，辽宁北方煤化工集团股份有限公司，江西福丰化工有限公司，焦作市新科化工有限责任公司，新疆中泰化学股份有限公司，泰安天锦化工有限公司等。

Ao002 精制硫黄粉

【英文名】 sulfur powder，refined

【结构式】 S

【原子量】 32.06

【物化性质】 淡黄色，粒度小而均匀的结晶粉末或颗粒。其他参见工业硫黄。

【质量标准】 参考企业标准（四川鑫龙碲业科技开发有限责任公司）《高纯硫（分析纯）》

指标名称	指标
产品型号	S-05
外观	淡黄色或黄色结晶粉末、颗粒
粒度(100 目标准筛筛余物)	无
其他机械杂质(木屑、铁屑、砂等)	无
硫(S)/% ≥	99.999
银,铝,砷,镉,钴,铜,铁,锰,镍,铅,锡,硒,硅,锌等杂质总含量/10^{-6} ≤	10

【用途】 电子工业中制造电视显像管及其他阴极射线管用各种荧光粉，制备Ⅱ-Ⅵ族化合物半导体、光电器件、玻璃半导体元件、钠硫电池、CIS 铜铟硫薄膜太阳能电池，化学试剂的分析标样以及鞭炮、土壤硝化调节剂、催化剂、黏合剂等，广泛用于食品、制药、农药、化工、水处理、染料、造纸、建材等行业。

【制法】 由工业硫黄在二硫化碳存在下，经重结晶、真空蒸馏（或精馏-重精馏），磨细、过筛等加工、处理、提纯工艺，制得精制硫黄粉。

【安全性】

毒性及防护：本品无毒、易燃，硫黄粉尘可引起爆炸。在空气中或与氧化剂混合易爆炸或燃烧，其他参见工业硫黄。精制特纯硫黄粉在采样等过程中应在无尘环境中进行。

包装及贮运：采用铁皮箱包装，每桶内装5袋，每袋以3层塑料袋包装，净重10kg，每层塑料袋均用橡皮筋扎口。特、超纯硫黄粉为1kg/瓶（聚乙烯瓶内充氩气排氧，外瓶加铝复合薄膜真空包装）或1kg/袋（涤纶薄膜包装后塑料薄膜真空封装）。有效贮存期为2年。本产品应存放在阴凉、通风、干燥库房内。在运输过程中要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

【生产单位】 中石化炼销公司，中国石油化工股份有限公司，贵州红星发展股份有限公司，重庆鼎发实业股份有限公司，辽宁北方煤化工集团股份有限公司，四川鑫龙碲业科技开发有限责任公司，乐山凯亚光电科技有限公司，上海跃江钛白化工制品有限公司，广西五星化工集团有限公司，金昌正旭工贸有限责任公司等。

Ao003 不溶性硫黄

【英文名】 sulfur for insoluble

【结构式】 S

【原子量】 32.06

【物化性质】 无毒、可燃，黄色粉末。为硫的同素异构体，称μ型硫，呈高聚合形态，不溶于二硫化碳及其他溶剂。μ型硫不稳定，能逐渐转变为立方晶形硫，室温时几星期有50%转变，80℃时只要几分钟就起变化，为此，需加入稳定剂，以降低其转变速度。

【质量标准】 化工行业标准《橡胶用不溶性硫黄》HG/T 2525—2011

项　目		非充油型		充油型			
		IS 60	IS 90	IS-HS 70-20	IS-HS 60-33	IS 60-10	IS 60-05
外观		黄色粉末		黄色不飞扬粉末			
元素硫/%	≥	99.50	99.50	79.00	66.00	89.00	94.00
不溶性硫/%	≥	60.00	90.00	70.00	60.00	54.00	57.00
油/%		—	—	19.00～21.00	32.00～34.00	9.00～11.00	4.00～6.00
热稳定性(105℃)/%	≥	—	—	75.0	75.0	—	—
酸度(以H_2SO_4计)/%	≤	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
加热减量/%	≤	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
灰分/%	≤	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
筛余物(150μm)/%	≤	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

注：指标中的“—”表示该类别产品的技术要求中没有此项目。

【用途】 不溶性硫黄主要用于橡胶工业，作为硫化剂时使橡胶制品表面不喷霜，能增进钢-胶黏合性，由于在胶中分布均匀，能保证硫化质量，是最佳的硫化橡胶剂，故广泛用于轮胎的胎体胶料，尤其是在全钢丝子午轮胎中，也可用于电缆、绞棍、胶鞋等橡胶制品的胶料中。

【制法】

（1）汽化法　将加热到沸点以上的硫蒸气高速喷入含有稳定剂的冷却介质中，可得到含30%的不溶于二硫化碳的无定形硫，经萃取，可得到多孔性的纯不溶性硫。

（2）熔融法　硫黄在熔融过热状态下，骤然冷却，可得到含有一定量的不溶性硫产品。

【安全性】

毒性及防护：不溶性硫黄无毒、可燃，堆

放场所应注意防火、防潮、防热，仓库应设置专门的灭火器材，严禁明火。从事不溶性硫黄生产、运输、贮存及加工的工作人员，操作时应使用必要的防护用品。

包装及贮运：产品用塑料编织袋包装，内衬塑料袋，袋厚 0.18～0.25mm，袋的容积应大于外包装，内袋的袋口双层扎口，外袋折叠后用机械缝合，针距不大于 10mm。每袋净重 25kg。包装上应有"易燃固体"和"怕湿"的标志。在运输过程中应加遮篷，不得与碱性物混装，注意防火、防热、防潮，以免产品变质。贮存的库房应干燥、通风、阴凉，应注意防火、防潮、防热，温度不超过 45℃，不能接近碱性物质，防止受压结块。自生产日算起，贮存期为 1 年。失火时可用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 中石化炼销公司，中国石油化工股份有限公司，贵州红星发展股份有限公司，重庆鼎发实业股份有限公司，辽宁北方煤化工集团股份有限公司，江西福丰化工有限公司，焦作市新科化工有限责任公司，新疆中泰化学股份有限公司，泰安天锦化工有限公司等。

Ao004 食品级硫黄

【英文名】 sulfur for food grade

【结构式】 S

【原子量】 32.06

【物化性质】 食品添加剂硫黄是黄色或淡黄色，粒（粉）状或片状。其他参见工业硫黄。

【质量标准】 国家标准 GB 3150—2010

续表

指标名称		指标
		食品级
外观		黄色或淡黄色，粒(粉)状或片状
硫(S)(质量分数)/%	≥	99.9
水分(质量分数)/%	≤	0.10
灰分/%	≤	0.03
酸度(以 H_2SO_4 计)/%	≤	0.003
有机物含量/%	≤	0.03
硫化物		通过检验
砷(As)/%	≤	0.0001

注：表中所有指标均以干基计算。

【用途】 在食品工业中作防腐、杀虫、漂白等熏蒸用。

【制法】 由工业硫黄经加热，加入除砷剂和除重金属剂进行精制，磨细、过筛，制得食品级硫黄。

【安全性】

毒性及防护：本品为可燃品，注意防火。其他参见工业硫黄。

包装及贮运：用聚丙烯编织袋，木箱内衬牛皮纸、防潮纸或聚乙烯薄膜袋包装，每件净重为 25kg 或 50kg。包装上应有"食品添加剂"字样。不得与有毒物品在同一仓库存放。其余参见工业硫黄。

【生产单位】 河北辛集钡盐集团有限责任公司，昆明立深商贸有限公司，南京扬子石化精细化工有限责任公司，山东胜利油田石油化工有限责任公司。

Ao005 液体二氧化硫

【英文名】 sulfur dioxide，liquid

【结构式】 SO_2

【分子量】 64.06

【物化性质】 无色透明液体，有刺激性臭味。相对密度 1.458（−10.1℃，101.325kPa），沸点 −10℃，结晶温度 −72.7℃。溶于水、乙醇和乙醚。水中溶解度：0℃时为 22.8g/100g H_2O；20℃时为 11.5g/100g H_2O；90℃时为 2.1g/100g H_2O。在常温下，潮湿的二氧化硫与硫化氢起反应析出硫。在高温及催化剂存在的条件下，可被氢还原成为硫化氢，被一氧化碳还原成硫。强氧化剂可将二氧化硫氧化成三氧化硫，仅在催化剂存

在时，氧才能使二氧化硫氧化为三氧化硫。具有自燃性，无助燃性。

【质量标准】 国家标准 GB/T 3637—2011

指标名称	指标		
	优等品	一等品	合格品
外观	无色或略带黄色的透明液体		
二氧化硫(SO_2)质量分数/% ≥	99.97	99.90	99.60
水分质量分数/% ≤	0.020	0.060	0.20
残渣质量分数/% ≤	0.010	0.040	0.20

【用途】 在工业上是多种化合物的良好溶剂。可用作冷冻剂、防腐剂、漂白剂及其他有机产品的原料，也用于制造保险粉和亚硫酸盐等。还用于农药、医药、人造纤维、染料等工业部门。

【制法】

(1) 氨-酸法　用硫酸分解硫酸厂尾气吸收工序所得的亚硫酸铵-亚硫酸氢铵母液，产生的约100%二氧化硫气体，经压缩法和冷冻法，可制得液体二氧化硫。

① 压缩法。用硫酸分解亚硫酸铵-亚硫酸氢铵母液，分解产生的二氧化硫气体经冷凝、干燥、过滤，再经压缩液化，制得液体二氧化硫成品。其反应式如下：

$$2NH_4HSO_3+H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4+2SO_2+2H_2O$$

$$(NH_4)_2SO_3+H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4+SO_2+H_2O$$

② 冷冻法。用硫酸分解亚硫酸铵-亚硫酸氢铵母液，分解产生的二氧化硫气体经干燥后送至低温冷凝器，在常压下进行冷凝，用氨冷冻维持温度在液化点−10℃以下，制得液体二氧化硫成品。其反应式如下：

$$(NH_4)_2SO_3+H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4+SO_2+H_2O$$

$$2NH_4HSO_3+H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4+2SO_2+2H_2O$$

(2) 纯氧燃烧法　将硫黄与纯氧在焚硫炉内燃烧，生成的高浓度二氧化硫气体经净化、干燥、压缩液化、冷凝，制得液体二氧化硫成品。其反应式如下：

$$S_2+2O_2 \longrightarrow 2SO_2$$

【安全性】

毒性及防护：对呼吸道有刺激作用，可引起支气管痉挛，并可导致呼吸道阻力增加。能刺激眼睛，对人的皮肤较薄及多汗的部位有刺激和烧灼感。如发生中毒，应立即将患者移至有新鲜空气的地方，解开紧身衣服，迅速吸氧，冲洗眼睛和鼻腔，用2%苏打溶液漱口。如不慎溅入眼内，应速用大量温水冲洗，严重者应速送医院治疗。空气中二氧化硫的最高容许浓度为$10mg/m^3$。如二氧化硫和三氧化硫在空气中同时存在，其最高容许浓度相应降低。操作人员应戴防毒面具，穿工作服，戴乳胶手套等劳保用品。

包装及贮运：用槽车或钢瓶装运。充装液体二氧化硫的钢瓶颜色标记，见 GB 7144 第5.1条表2中序号46，表面漆色为银灰色，并有明显的黑色“液体二氧化硫”字样；罐车标记见 GB 10478 第10条，罐体外表均涂银灰色和黄色的环形色带，并有明显的蓝色“液体二氧化硫”字样。

为有毒气体，GB 2.3类23013。剧毒A1057。UN No.1079；IMDG CODE 2179页，副危险6.1类。

液体二氧化硫的钢瓶和罐车必须符合国家《气瓶安全监察规程》，以及危险货物运输规则的要求。钢瓶或罐车灌装的液体二氧化硫量和压力要符合《气瓶安全监察规程》，液体二氧化硫的灌装量不得超过按充装系数为1.23kg/L计算的充装量。

包装上应有明显的“有毒压缩气体”标志。钢瓶必须有安全罩，并外用橡皮圈或草绳包装。

用户将空瓶或罐车返回生产厂时，钢瓶或罐车内按有关规定应留有余压，并不得低于0.005MPa。属二级无机酸性腐蚀物品，危规编号：93011。钢瓶应贮存在低温、通风良好的场所。应防日晒，远离高温物体。贮运时严禁泄漏，应按交通部“危险货物运输规则”办理。搬运钢瓶时，应轻拿轻放，切勿激烈振荡，避免引起爆炸。遇到液体漏出，应用大量水冲洗。

失火时，可用二氧化碳灭火器扑救。也可撒砂土、石英砂和苏打。消防人员应戴防毒面具和穿戴必要的劳保用品。

【生产单位】 浙江巨化股份有限公司硫酸厂，浙江捷盛化学有限公司，浙江建业化工股份有限公司，大化集团有限责任公司，南京云台山硫铁矿，胜利油田胜大集团总公司化工一厂，苏州精细化工集团有限公司，上海硫酸厂，山东新华医药集团淄博制酸有限责任公司。

Ao006 液体三氧化硫

【英文名】 sulfur trioxide，liquid

【结构式】 SO_3

【分子量】 80.06

【物化性质】 无色透明油状液体，具有强刺激性臭味。相对密度1.97（20℃），熔点16.83℃，沸点（101.3kPa）44.8℃。强氧化剂，能被硫、磷、碳还原。较硫酸、发烟硫酸的脱水作用更强。对金属的腐蚀性比硫酸、发烟硫酸为弱。

【质量标准】 国家标准GB/T 23855—2009

项目	指标		
	优级品	一级品	合格品
外观	无色透明液体	无色透明或微棕色	—
三氧化硫(SO_3)质量分数/% ≥	99.5		99.0
二氧化硫(SO_3)质量分数/% ≤	0.20	0.40	—
灰分的质量分数/% ≤	0.05	0.50	—
铁(Fe)的质量分数量/% ≤	0.020	0.030	—

【用途】 主要用于有机化合物的磺化及硫酸盐化方面。在表面活性剂和离子交换树脂生产中广泛用作反应剂，也用于磺胺的合成。用于染料中间体的生产，石油润滑馏分的精制。

【制法】 发烟硫酸法：将硫黄（或硫铁矿或其他含硫物质）与干燥空气在焚硫炉内燃烧，生成高浓度二氧化硫气体，经催化氧化生成三氧化硫，用硫酸吸收制得发烟硫酸，再经蒸馏得到三氧化硫气体，经冷却、压缩液化，制得液体三氧化硫成品。其反应式如下：

$$S_2+2O_2 \longrightarrow 2SO_2$$

$$2SO_2+O_2 \longrightarrow 2SO_3$$

【安全性】

毒性及防护：参见工业硫酸、液体二氧化硫。在空气中三氧化硫的最高容许浓度为1mg/m^3。

包装及贮运：包装参见液体二氧化硫。危规编号：酸性腐蚀品，GB 8.1类81010。UN No.1829；IMDG CODE 8233页，8.1类。稳定的液体三氧化硫输送技术与高浓度发烟硫酸相同，要避免进入水分，防止聚合。在生产、贮存和处理时，必须完全密闭。贮槽、装槽等设备的排气管必须通过一个酸洗涤塔，防止大气水分渗入和三氧化硫溢出。对于凝固点为16.8℃的液体三氧化硫，在加工阶段，成品贮槽

和散装供应槽内都应保温在30℃。只有那些允许固化的工厂，才允许用桶装贮藏。装液体三氧化硫的容器绝对不能用水清洗，必须用浓硫酸来溶解三氧化硫的固体沉积物。

失火时，可用二氧化碳灭火器扑救。也可撒砂土、石英砂和苏打。消防人员应戴防毒面具和穿戴必要的防护用品。

【生产单位】 上海硫酸厂，大化集团有限责任公司，胜利油田胜大集团总公司化工一厂，天津市硫酸厂，开封开化（集化）有限公司。

Ao007 二硫化碳

【英文名】 carbon disulfide

【结构式】 CS_2

【分子量】 76.13

【物化性质】 无色或微黄色挥发性透明液体，相对密度1.261，纯品带有芳香味。粗制品因含有硫黄及其他杂质而呈浅黄色，并有恶臭。熔点－110.8℃，沸点46.3℃，闪点－30℃（密闭）。微溶于水（22℃时0.22g/100mL水；50℃时0.14g/100mL水），溶于醇和醚。有高折光性，易流动，剧毒！具有很强的溶解能力，可溶解脂、蜡、树脂、生橡胶、硫黄、磷、碘、硝酸汞等。其蒸气与空气混合易着火及爆炸。爆炸范围：0.8%～52.8%（体积分数）（25～1670g/m^3）。极限浓度：30mg/m^3。

【质量标准】 国家标准GB/T 1615—2008《工业二硫化碳》

外观：无色、不含悬浮物的透明液体。

项目		指标		
		优等品	二等品	合格品
馏出率①(45.6～46.6℃,101.32kPa)/%	≥	97.5	97.0	96.0
密度(20℃)/(g/mL)		1.262～1.265	1.262～1.267	
不挥发物质量分数/%	≤	0.005	0.007	0.01
碘还原物(以 H_2S 计)质量分数/%	≤	0.0002	0.0005	0.0008
硫酸盐		通过检验	—	—
游离酸		通过检验	—	—
硫及其他硫化物		通过检验	—	—

① 为体积比值。

【用途】 主要作为制造黏胶纤维、玻璃纸的原材料。用二硫化碳生产的黄原酸盐供作冶金工业的矿石浮选剂。用于生产农用杀虫剂。橡胶工业硫化时，可作为氯化硫的溶剂。用它制造氨处理系统中设备和管路的防腐蚀剂。也是检验伯胺、仲胺及α-氨基酸、测折射率、色谱分析用的溶剂。也用于从亚麻仁、橄榄果实、兽骨、皮革和羊毛中提取油脂。用作航空的加速剂。

【制法】

（1）甲烷硫黄法　固体硫黄加热熔融成液状，然后用活性白土净化。天然气净化处理时利用轻柴油吸附C_2以上馏分，分离出纯净的甲烷气体。天然气及硫黄蒸气经加热后，即可充分混合并加热至650℃，然后送入反应器进行反应。采用加压分凝法，使二硫化碳与硫化氢分离，精馏后制得二硫化碳。生成的副产硫化氢用克劳斯（Claus）法使其转变为硫循环使用。其反应式如下：

$$CH_4+4S \longrightarrow CS_2+2H_2S\uparrow$$

$$2H_2S+3O_2 \longrightarrow 2SO_2+2H_2O$$

$$SO_2+2H_2S \longrightarrow 3S+2H_2O$$

（2）电炉法　将木炭于800℃直接焙烧除去水分和有机物后间断加入电炉，熔融硫黄连续加入电炉内与灼红木炭在1000℃左右进行反应，生成的二硫化碳经除硫、冷凝得到粗制品，再经精馏、冷凝，制得二硫化碳成品。其反应式如下：

$$C+2S \longrightarrow CS_2$$

【安全性】 高浓度时具有麻醉作用。可通过呼吸道及皮肤侵害人体机能，对生物有剧毒。对人体中毒机理是主要使中枢神经中毒，引起神经系统疾病。中毒者的处理：应尽快脱离现场，移至通风良好处，呼吸衰弱者需立即进行人工呼吸。

包装及贮运：用清洁、经检查无渗漏、螺纹开口、壁厚不小于2mm的圆形铝桶包装，其口用盖和垫圈拧紧密封，桶外上、中、下各用铁圈箍紧，再缠以粗绳。液面覆盖约5cm清洁水层。每桶净重100kg。包装上应有明显的“易燃物品”和“严禁倒置”标志。

属一级易燃液体，危规编号：GB 3.1类 31050。UN No.1131；IMDG CODE 3109页，3.1类。副危险6.1类。应贮存于远离火源、热源、低温、通风良好的仓库内。严禁烈日曝晒，温度高于35℃时应采取降温措施。禁止与火药类、有机过氧化物混运。包装及贮运时要轻拿轻放。运输时应预先垫好防震物品，严防撞击。运贮过程中应随时注意检查有无渗漏，遇有渗漏应立即用虹吸法换桶，严禁倾倒，空桶应立即用冷水冲洗，再用热水洗净。作业场所周围50m内严禁烟火。夜间采用安全照明。

失火时，要尽快排除可燃物，降低温度，隔绝空气。用干砂土、二氧化碳和干粉灭火器加以扑救。

【生产单位】 上海百金化工集团，辽宁瑞兴化工集团有限公司，山西汾阳星宇化工有限公司，山西新联友化学工业有限公司，上海光铧科技有限公司，山东博山化工厂，辽阳电化厂，南京化纤股份有限公司，贵州大方硫黄矿厂等。

Ao008 液体硫化氢

【英文名】 hydrogen sulfide，liquid

【结构式】 H_2S

【分子量】 34.08

【物化性质】 无色、有臭鸡蛋样恶臭味的酸性气体。相对密度1.5392（0℃），熔点－85.5℃，沸点－60.3℃，临界温度100.5℃，临界压力 9.0×10^3 Pa，汽化热18.67kJ/mol，熔化热23.80kJ/mol。蒸气压2.7kPa（25.5℃），蒸气相对密度1.19，燃点260℃。爆炸极限：下限为4.3%（体积分数），上限为40.0%（体积分数）。在空气中的容许浓度为 10×10^{-6}。溶于水、乙醇、甘油、二硫化碳，在有机胺中溶解度极大，在苛性碱溶液中也有较大的溶解度。在过量氧气中燃烧生成二氧化硫和水，当氧气供应不足时生成水与游离硫，室温下稳定。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
含量(H_2S,液相)/%	≥	99.0
氮(N_2)/%	<	0.007
氧(O_2)/%	<	0.003
水分(H_2O)/%	<	0.003
烯烃(C_nH_m)/%	<	0.1
外观		无色,有恶臭、有毒的酸性气体

【用途】 用于合成荧光粉，电放光、光导体、光电曝光计等的制造。有机合成还原剂。用于金属精制、农药、医药、催化剂再生。通用试剂，制取各种硫化物。

【制法】 将20%～30%磷酸慢慢地从分液漏斗滴到 $Na_2S\cdot9H_2O$ 浓水溶液中，将所产生的气体经无水氯化钙与五氧化二磷干燥，制得硫化氢气体，经液化压入钢瓶。

用硫黄和氢直接合成制得的硫化氢纯度高。

【安全性】

毒性及防护：有毒！主要经呼吸道吸收而引起全身中毒，是一种化学性窒息性气体。接触浓度超过 700×10^{-6} 时产生急性中毒。如不及时救治，就会死亡。低浓度气体能刺激呼吸器官和眼睛，还有头痛、眩晕、虚弱等症状，出现咳嗽、结膜炎。操作时必须穿戴包括氧气防毒面具的全身防护服。吸入蒸气的患者应脱离污染区，安置在空气新鲜的地方并保暖。严重者须就医诊治。如果呼吸停止，须立即进行人工呼吸。眼睛受刺激须用大量水冲洗，并就医诊治。

包装及贮运：用耐压、防腐蚀的钢瓶装。危规编号：易燃气体，GB 2.1 类 21006，UN No.1053，IMDG CODE 1053 页，2.3 类，副危险 3 类及 6.1 类。贮存于阴凉、通风良好的低温仓库内，远离热源和火源，防止日光曝晒和产生静电。与硝酸、强氧化剂、腐蚀性液体或气体，其他高压容器或钢瓶隔离贮运。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶受损泄漏。

【生产单位】 北京化学工业集团有限责任公司，四川泸州火炬化工厂，河北辛集钡盐集团有限责任公司，天津渤海化工有限责任公司天津化工厂，黑龙江省绥棱化工有限责任公司，上海试四赫维化工有限公司。

Ao009 硫化钠

【别名】 硫化碱

【英文名】 sodium sulfide；sodium sulfuret

【结构式】 $Na_2S\cdot xH_2O(x=2\sim9)$

【分子量】 78.04（以无水物计）

【物化性质】 无水物为白色结晶，容易潮解，相对密度 1.856（14℃），熔点 1180℃。溶于水（10℃ 时溶解度为 15.4g/100mL 水，90℃ 时溶解度为 57.2g/100mL 水），遇酸反应，产生硫化氢。微溶于醇，不溶于醚。水溶液呈强碱性，故又称硫化碱。溶于硫黄生成多硫化钠。工业品因含杂质常为粉红、棕红色、土黄色块。有腐蚀性，有毒。在空气中易氧化生成硫代硫酸钠。

【质量标准】 国家标准 GB 10500—2009

工业硫化钠产品根据生产工艺分为两类：1 类为低铁硫化钠（俗称黄碱）；2 类为普通硫化钠（俗称红碱）。外观：黄色或红褐色块状和粒状。

指标项目		指标(工业品)				
		1 类			2 类	
		优等品	一等品	合格品	一等品	合格品
硫化钠(Na_2S)质量分数/%	≥	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
亚硫酸钠(Na_2SO_3)质量分数/%	≤	1.0	—	—	—	—
硫代硫酸钠($Na_2S_2O_3$)质量分数/%	≤	2.5	—	—	—	—
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.0020	0.0030	0.0050	0.015	0.030
水不溶物质量分数/%	≤	0.05	0.05	0.05	0.15	0.20
碳酸钠质量分数/%	≤	2.0	—	—	3.5	—

【用途】 染料工业中用于生产硫化染料，是硫化青和硫化蓝的原料。印染工业用作溶解硫化染料的助染剂。制革工业中用于水解使生皮脱毛，还用以配制多硫化钠以加速干皮浸水助软。造纸工业用作纸张的蒸煮剂。纺织工业用于人造纤维脱硝和硝化物的还原，以及棉织物染色的媒染剂。制药工业用于生产非那西丁等解热药。此外还用于制硫代硫酸钠、硫氢化钠、多硫化钠等。

【制法】

(1) 煤粉还原法　将芒硝与煤粉按100∶(21～22.5)(质量比)配比混合于800～1100℃高温下煅烧还原，生成物经冷却后用稀碱液热熔成液体，静置澄清后，把上部浓碱液进行浓缩，即得固体硫化钠。经中转槽、制片(或造粒)制得片(或粒)状硫化钠产品。其反应式如下：

$$Na_2SO_4+2C \longrightarrow Na_2S+2CO_2$$

(2) 气体还原法　在有铁催化剂存在下，将氢气(或一氧化碳、发生炉煤气、甲烷气)在沸腾炉中与硫酸钠进行反应，可制得优质无水颗粒状硫化钠(含 Na_2S 95%～97%)。其反应式如下：

$$Na_2SO_4+4CO \longrightarrow Na_2S+4CO_2$$

$$Na_2SO_4+4H_2 \longrightarrow Na_2S+4H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：硫化钠对皮肤有强腐蚀性，接触硫化钠溶液的工人手部皮肤发生皲裂、发红，操作时应加以注意。误触皮肤，可用水冲洗。硫化钠飞沫或小块落入眼内立即用水冲洗 15min 后，送医院治疗。为了保护皮肤，建议经常用弱乙酸溶液擦手，然后涂以油质性软膏。注意保护眼睛。

包装及贮运：块状用厚度 0.5mm 以上的铁桶包装，铁桶应密封，每桶净重150kg、200kg。片状、粒状产品用内衬两层聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，内袋应热合严密，每袋净重 50kg 或 25kg。包装上应有明显的“有毒品”及“腐蚀性物品”标志。属于无机碱性腐蚀物品，危规编号：GB 8.2 类 82011(含结晶水≥30%)。UN No.1849；IMDG CODE 8227 页，8.2 类(无水或结晶水≤30%)，GB4.2 类 42009。UN No.1385；IMDG CODE 4263 页，4.2 类。应放置在通风、干燥处或石棉棚下。应防止雨淋和受潮。本品潮解性大，又易氧化，容器必须密封，不可与酸及腐蚀性物品共贮混运。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土扑救。

【生产单位】　山西南风化工集团，内蒙古以亿利资源集团，阿左旗腾格里化工公司，新疆以吐鲁番瑞德化轻总厂，哈密巴里坤红山化工公司，甘肃以亚盛实业集团公司，张掖山丹化工厂，贵溪三元冶炼化工有限责任公司，中昊河北辛集化工集团有限责任公司，陕西富化化工有限责任公司，青岛红星化工集团有限责任公司，广西象州高宏化工有限公司。

Ao010 片状硫化钠

【别名】　黄片碱

【英文名】　sodium sulfide，flake

【结构式】　Na_2S

【分子量】　78.04

【物化性质】　浅黄色片状。主要特点是铁(Fe_2O_3)含量在 30mg/kg 以下。其他性质参见硫化钠。

【质量标准】　参见硫化钠企业标准新0014—89。

【用途】　用于生产高级硫化染料、优质制革，可用于造纸工业中高档纸张生产。

【制法】

(1) 精制法　以生产沉淀硫酸钡过程中副产的浓度为 4%左右的硫化钠溶液为原料，用泵打入双效蒸发器蒸浓至 23%后，进入搅拌罐脱铁、除碳处理后，用泵打入蒸发器(用纯镍材制造)蒸发碱液达到浓度，送到滚筒水内冷却式制片机制成后，经筛选、包装而得成品。

(2) 煤粉还原芒硝法　该法是硫化钠传统的生产方法，在加工过程中改进设备、材质、增加除铁工序使产品达到标准。

【安全性】

毒性及防护：参见硫化钠。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋密封包装，每袋净重 25kg 或

50kg。包装上应有明显的“有毒品”和“腐蚀性物品”标志。贮运参见硫化钠。

【生产单位】 山西南风化工集团股份有限公司，新疆汇友集团巴里坤化工有限公司，青海大柴旦汇诚化学工业有限公司。

Ao011 硫氢化钠

【英文名】 sodium hydrosulfide

【结构式】 $NaHS \cdot 2H_2O$

【分子量】 92.09

【物化性质】 无色针状结晶，易潮解，熔点时分解放出硫化氢。易溶于水和醇，水溶液呈强碱性。遇酸分解，生成硫化氢。工业品一般为溶液，呈橙色或黄色，味苦。

【质量标准】 国家标准 GB 23937—2009

工业硫氢化钠分为液体和固体两类，液体分为：L-1 型、L-2 型、L-3 型三种规格。固体外观为黄色、橙黄色、棕、灰褐色、粒状、片状；液体外观为无色或淡黄色、绿黄色或橙红色。

项目		指标				
		固体		液体		
		优等品	一等品	L-1	L-2	L-3
硫氢化钠(NaHS)质量分数/%	≥	70.0	70.0	42.0	36.0	28.0
硫化钠(Na_2S)质量分数/%	≤	3.0	4.0	1.0	1.0	1.0
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.0015	0.0020	协议		

【用途】 染料工业用于合成有机中间体和制备硫化染料的助剂。制革工业用于生皮的脱毛及鞣革，还用于废水处理。化肥工业用于脱去活性炭脱硫剂中的单体硫，是制造硫化铵及农药乙硫醇半成品的原料。采矿工业大量用于铜矿选矿。人造纤维生产中用于亚硫酸染色等方面。

【制法】 吸收法：用硫化碱溶液（或烧碱溶液）吸收硫化氢气体。因硫化氢气体有毒，吸收反应应在负压下进行。为防止尾气中含硫化氢气过高污染空气，生产中将几个吸收器串联操作，经多次吸收使硫化氢含量降至较低程度。吸收液经浓缩，制得硫氢化钠。其反应式如下：

$$H_2S + NaOH \longrightarrow NaHS + H_2O$$

$$H_2S + Na_2S \longrightarrow 2NaHS$$

【安全性】

毒性及防护：对皮肤有腐蚀性，操作时应穿戴劳保防护用具。

包装及贮运：固体用铁桶包装，铁皮厚度应不低于0.5mm，每桶净重150kg，桶盖牢固密封。液体硫氢化钠用槽车或铁桶、塑料桶装，用铁桶包装时每桶净重200kg。危规编号：自燃品，GB 4.2 类 42011，UN No.2318（含结晶水<25%）；IMDG CODE 4262 页，4.2 类。硫氢化钠（含结晶水≥25%）UN No.2949；IMDE CODE 8225 页，8 类。应密闭贮存在通风、干燥的库房中。运输时应防雨淋和日光曝晒。铁桶装硫氢化钠应用棚车运输，液体硫氢化钠用槽车运输，保持包装完整，勿卧放或倒放，勿与酸接触。运输时注意防火、防腐。贮运时应远离食物及与硫化氢有反应的物品。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。遇有包装桶渗漏时应用水冲洗干净，并焊接严密。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 山西南风化工集团，内蒙古亿利资源集团，阿左旗腾格里化工公司，新疆哈密巴里坤红山化工公司，张掖山丹化工厂，贵溪三元冶炼化工有限责任公司，中昊河北辛集化工集团有限责任公司，陕西富化化工有限责任公司，青岛红星化工集团有限责任公司。

Ao012 硫化锌

【英文名】 zinc sulfide

【结构式】 ZnS

【分子量】 97.456

【物化性质】 该产品有两种晶形。α型硫化锌是无色六方结晶粉末或白色至灰白色或淡黄色粉末。相对密度4.087，熔点1700℃，热导率25.1W/（m·K），热膨胀系数（体积分数）：100℃，0.163；200℃，0.395；400℃，0.919；800℃，2.146。β型硫化锌为立方结晶，白色至灰白色或黄色粉末。相对密度4.102，熔点1700℃，热膨胀系数（体积分数）：100℃，0.156；200℃，0.386；400℃，0.898；800℃，1.996。在空气中能缓慢氧化成硫酸盐。晶形转变温度1020℃。溶于稀无机酸，不溶于水。

【质量标准】 电子行业标准《荧光粉用硫化锌》SJ/T 10088—1991

项　　目		指标
硫化锌含量(以S计)质量分数/%	≥	95.00
松装密度/(g/cm³)		0.50～0.80
杂质含量		
铁(Fe)/×10⁻⁶	≤	0.6
铜(Cu)/×10⁻⁶	≤	0.2
镍(Ni)/×10⁻⁶	≤	0.3
锰(Mn)/×10⁻⁶	≤	0.5
铅(Pb)/×10⁻⁶	≤	2.0

【用途】 用作分析试剂、荧光体、光导体材料。也用于染料、涂料、颜料、玻璃、固化油的制造等。用作各种滤光片及激光窗口镀膜。

【制法】 复分解法：将硫酸锌溶液加入反应器中，在搅拌下缓慢加入硫化铵进行复分解反应，生成硫化锌和硫酸铵，经过滤除去硫酸铵，再经蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离，制得硫化锌成品，其反应式如下：

$$ZnSO_4+(NH_4)_2S \longrightarrow ZnS+(NH_4)_2SO_4$$

【安全性】

毒性及防护：此品有腐蚀性，有毒，能刺激皮肤。操作人员要穿工作服、戴防护用品，车间通风要良好。

包装及贮运：用内衬聚乙烯袋的桶或编织袋包装，每桶（袋）净重50kg或25kg。贮存在通风、干燥的库房内，避免露天存放。容器必须密封，防止受潮。不得与食用物品和饲料共贮混运，运输过程应有遮盖物。要防雨淋和日晒，装卸时轻拿轻放，防止包装破裂。

【生产单位】 上海富庶化工有限公司，重庆市东方试剂总厂，平水铜矿，上海荧光材料厂，重庆化学试剂总厂（重庆西南食品添加剂厂）。

Ao013 硫化汞

【别名】 银朱；朱砂

【英文名】 mercuric sulfide；vermilion

【结构式】 HgS

【分子量】 232.65

【物化性质】 有两种变体。α-硫化汞为红色六方晶系结晶或粉末；相对密度8.10，583.5℃升华，难溶于水，溶于硫化钠浓溶液，不溶于醇和硝酸。β-硫化汞为黑色立方晶体或无定形粉末，相对密度7.73，熔点583.5℃，不溶于水、醇和硝酸，能溶于碱金属和碱土金属硫化物的浓溶液。极毒！

【质量标准】 有色金属行业标准YS/T 507—2006

品级	硫化汞/% ≥	杂质/% ≤	
		Se	Fe
一级品	99.00	0.050	0.10
二级品	98.00	0.100	0.10

【用途】 天然硫化汞是制造汞的主要原料，也用作生漆、印泥、印油和绘画等的红色颜料。也用于彩色封蜡、塑料、橡胶和医药及防腐剂等方面。

【制法】 硫汞法：先将硫黄加热熔化，再

按比例加入汞进行搅拌，并加少许水，成黑色颗粒。然后焙烧于600℃升华，将升华物冷却，制得硫化汞产品。其反应式如下：

$$Hg+S \longrightarrow HgS$$

【安全性】

毒性及防护：汞和汞盐都有很大的毒性，主要是汞离子有毒。因此易溶及易解离的汞盐类特别危险。个人防护和预防措施：操作时佩戴过滤式防毒面具，作业厂房应保持通风良好，室温不超过16～18℃，设备要求气密。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的牛皮纸袋包装，每袋净重0.5kg，100袋为1箱。包装上应有明显的“有毒品”标志，属无机有毒物品，危规编号：83013。应贮存在干燥的库房中，避光保存，应防潮、防水。运输时要防雨淋和日光曝晒。

【生产单位】 贵州省铜仁化学试剂厂（贵州省铜仁制药厂），广东省佛山市佛山化工厂，广州市立新化工厂。

Ao014 硫化锑

【别名】 三硫化二锑

【英文名】 antimonous sulfide；antimony trisulfide

【结构式】 Sb_2S_3

【分子量】 339.68

【物化性质】 黄红色无定形粉末。相对密度4.12，熔点550℃。不溶于水、醋酸，溶于浓盐酸、醇、硫氢化铵（NH_4HS）、硫化钾溶液。

【质量标准】 有色金属行业标准 YS/T 525—2009

品号	牌号	化学成分/%				
		锑总量	化合硫	杂质 ≤		
				王水不溶物	游离硫	三硫化二砷
零号三硫化二锑	Sb_2S_3-0	71.00～72.50	25.50～28.00	0.20	0.05	0.20
一号三硫化二锑	Sb_2S_3-1	70.00～73.00	25.00～28.30	0.30	0.07	0.30
二号三硫化二锑	Sb_2S_3-2	69.00～73.00	25.00～28.30	0.50	0.10	0.30

注：特殊用途的零号、一号三硫化二锑的“盐酸不溶物”应不大于1.50%，供方应提供“盐酸不溶物”分析数据。

【用途】 主要用于制造火柴和烟火、各种锑盐和有色玻璃。橡胶工业用作硫化剂及军工用等。

【制法】 天然矿加工法：天然辉锑矿经筛选、粉碎等加工而制得硫化锑成品。

【安全性】

毒性及防护：三价锑化合物具有强的刺激作用。急性中毒表现为对呼吸道和消化道及皮肤的刺激作用。最高容许浓度硫化锑（换算成Sb）规定为$1mg/m^3$。工作人员要佩戴防毒口罩等劳保防护用具。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋、外套聚丙烯编织袋包装，每袋净重20kg、50kg。毒害品，危规编号：GB 6.1类61506。应贮存于通风、干燥的库房内，不可与氯酸钾等氧化剂共贮混运。

【生产单位】 山西太原恒进化工发展有限公司，冷水江市锑星公司，哈尔滨市燕山黏合剂厂。

Ao015 工业硫酸

【英文名】 sulfuric acid，for industrial

【结构式】 H_2SO_4

【分子量】 98.08

【物化性质】 无水硫酸是无色透明的油状液体，熔点10.36℃，相对密度$1.8305g/cm^3$（20℃），硫酸与水形成的恒沸混合物的密度为$1.834g/cm^3$（18℃），浓度为98.3%。硫酸是一种二元强酸，电离常数$K_1=1\times10^3$，$K_2=1.2\times10^{-2}$。硫酸能形成一系列稳定的

水合物 $H_2SO_4 \cdot xH_2O$（x＝1，2，4，6，8），因此硫酸是一种极强的吸水剂，不仅能吸收游离的水分，而且还能从化合物（如甲酸、乙醇、糖）中吸取水分子。浓硫酸具有强氧化性、吸水性、脱水作用和磺化作用，可以将许多金属和非金属氧化，它还有强腐蚀性，能灼伤人体皮肤。

【质量标准】 国家标准《工业硫酸》GB/T 534—2014

项　　目		优等品	一等品	合格品
硫酸(H_2SO_4)/%	≥	92.5 或 98.0	92.5 或 98.0	92.5 或 98.0
灰分/%	≤	0.02	0.03	0.10
铁(Fe)/%	≤	0.005	0.010	—
砷(As)/%	≤	0.0001	0.001	0.01
铅(Pb)/%	≤	0.005	0.02	—
汞(Hg)/%	≤	0.001	0.01	—
透明度/mm	≥	80	50	—
色度		不深于标准色度	不深于标准色度	—

注：指标中的“—”表示该类别产品的技术要求中没有此项目。

【用途】 硫酸是基础化工产品，广泛用于国民经济各个领域。最大消费领域是化肥工业，世界化肥工业在硫酸消费构成中占一半以上。中国化肥工业在硫酸消费上所占比例也一直保持在50%～60%。硫酸还用于石油加工精炼、有色冶金中的矿物浸取、钛白生产、钢铁洗涤、与萤石反应制取氢氟酸，它是现代氟工业的基础。硫酸还用于硫酸盐和其他无机盐、无机酸（硼酸、铬酸）、有机酸（草酸、醋酸）以及醇类（乙醇、异丙醇）的生产。其他如制革、造纸、电镀、印染、医药、农药、炼焦、蓄电池、合成洗涤剂等的生产也都需用硫酸。

【制法】 硫酸的生产原料主要有硫黄、硫铁矿和有色金属火法冶炼厂的含二氧化硫烟气，硫酸的工业生产以能够产生二氧化硫气体的各种含硫物质作为原料。首先制取含二氧化硫的原料气，然后将二氧化硫氧化制成硫酸。从二氧化硫制硫酸的总反应为：

$$SO_2 + 0.5O_2 + nH_2O \longrightarrow H_2SO_4 + (n-1)H_2O$$

工业上有两种不同的氧化二氧化硫的方法。一种是硝化法，另一种是接触法。

（1）硝化法　是早期生产硫酸的主要方法。这是一种将 SO_2 直接氧化成 H_2SO_4 的方法，由于产品质量不佳，因此这种生产方法逐渐被淘汰，反应式如下：

$$SO_2 + NO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + NO$$

（2）接触法　二氧化硫在固体催化剂上同氧结合合成三氧化硫，然后，三氧化硫与水结合成硫酸。但是，实际上三氧化硫是用约98%或更高浓度的硫酸来吸收的。由于接触法产品中杂质少、浓度高，这种方法成为目前世界硫酸生产工艺的主流。

【安全性】 本品为对皮肤、黏膜等组织有强烈的刺激和腐蚀作用。产品助燃，具强腐蚀性、强刺激性，可致人体灼伤。

操作时必须穿戴防护眼镜、手套和防护服，工作现场应备有应急水源；产品避免与有机物、金属粉末等接触。

装于专用槽车（船）内运输，槽车（船）应定期清理；也可装入其他耐酸包装容器内运输，其容器大小视需要而确定，容器须用耐酸材料的盖密封。

【生产单位】 张家港精细化工有限公司，云南富瑞化工有限公司，捷盛化工有限公司，巨化股份有限公司硫酸厂，天津硫酸

厂，山东省鲁北企业集团总公司，铜陵有色金属集团公司，江西铜业公司。

Ao016 蓄电池硫酸

【英文名】 sulfuric acid，for battery

【结构式】 H_2SO_4

【分子量】 98.08

【物化性质】 无色油状液体，有很强的腐蚀性、氧化性、吸水性和对碳水化合物的脱水能力。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2692—2007

项目		指标			
		稀硫酸		浓硫酸	
		优等品	一等品	优等品	一等品
硫酸(H_2SO_4)的质量分数/%	≥	84.0		92.0	
灰分的质量分数/%		0.01		0.02	0.03
锰(Mn)的质量分数/%	≤	0.00002		0.00005	0.0001
铁(Fe)的质量分数/%	≤	0.0005	0.002	0.005	0.010
砷(As)的质量分数/%	≤	0.00002		0.00005	0.0001
氯(Cl)的质量分数/%	≤	0.0001		0.0002	0.0003
氮氧化物(以N计)的质量分数/%	≤	0.00004		0.0001	0.001
铵(NH_4)的质量分数/%	≤	0.0004	—	0.001	—
二氧化硫(SO_2)的质量分数/%	≤	0.002		0.004	0.007
铜(Cu)的质量分数/%	≤	0.0002		0.0005	0.005
还原高锰酸钾物质(O)的质量分数/%	≤	0.0004		0.001	0.002
透明度/mm	≥	350		160	50

【用途】 主要用于蓄电池，做电解液。

【制法】 用98%的硫酸经过脱除二氧化硫，即可得到蓄电池用硫酸。

【安全性】 本品为对皮肤、黏膜等组织有强烈的刺激和腐蚀作用。产品助燃，具强腐蚀性、强刺激性，可致人体灼伤。

装于专用槽车（船）内运输，槽车（船）应定期清理；也可装入其他耐酸包装容器内运输，其容器大小视需要而确定，容器须用耐酸材料的盖密封。

操作时必须穿戴防护眼镜、手套和防护服，工作现场应备有应急水源；产品避免与有机物、金属粉末等接触。

【生产单位】 开封开化（集团）有限公司，张家港精细化工有限公司，云南富瑞化工有限公司，捷盛化工有限公司，巨化股份有限公司硫酸厂，山东省鲁北企业集团总公司，铜陵有色金属集团公司，江西铜业公司。

Ao017 发烟硫酸

【英文名】 sulfuric acid

【结构式】 H_2SO_4

【分子量】 98.08

【物化性质】 发烟硫酸是三氧化硫的硫酸（H_2SO_4）溶液，浓度常用其中所含游离三氧化硫百分数表示或折成100%硫酸计，商品发烟硫酸的浓度通常有20%和65%两种。如20%发烟硫酸意即含游离三氧化硫20%；每100kg的20%发烟硫酸相当于104.5kg100%硫酸，故又称104.5%硫酸。发烟硫酸为无色油状液体，有强烈刺激臭味，可与水以任何比例混合，并放出大量热。具有极强的脱水、氧化与磺化作用。

【质量标准】 国家标准《工业硫酸》（发烟硫酸）GB/T 534—2014

项　　目		优等品	一等品	合格品
游离三氧化硫(SO_3)/%	≥	20.0或25.0	20.0或25.0	20.0或25.0或65.0
灰分/%	≤	0.02	0.03	0.10
铁(Fe)/%	≤	0.005	0.010	0.030
砷(As)/%	≤	0.0001	0.0001	—
铅(Pb)/%	≤	0.005	—	—

注：指标中的“—”表示该类别产品的技术要求中没有此项目。

【用途】 发烟硫酸主要用作磺化剂、硝化反应的脱水剂，广泛用于炸药、石油、染料中间体、塑料、合成纤维、合成洗涤剂和药物的生产。

【制法】 工业上通常生产含20%游离SO_3和65%游离SO_3两种发烟硫酸。

20%发烟硫酸可在接触法的硫酸厂中生产，就是在98.3%硫酸吸收塔前设置发烟硫酸吸收塔，以20%发烟硫酸吸收转化后含三氧化硫7%～10%的气体，同时向循环酸中补加98.3%硫酸，使其浓度保持不变。65%发烟硫酸可由20%发烟硫酸和液体三氧化硫混合而得，或仿照20%发烟硫酸的制造方法，建立以65%发烟硫酸循环喷淋的吸收塔，吸收100%三氧化硫气体，并补加20%发烟硫酸，以调节循环酸浓度。

【安全性】 本品为对皮肤、黏膜等组织有强烈的刺激和腐蚀作用。产品助燃，具强腐蚀性、强刺激性，可致人体灼伤。

操作时必须穿戴防护眼镜、手套和防护服，工作现场应备有应急水源；产品避免与有机物、金属粉末等接触。

装于专用槽车（船）内运输，槽车（船）应定期清理；也可装入其他耐酸包装容器内运输，其容器大小视需要而确定，容器须用耐酸材料的盖密封。

【生产单位】 张家港精细化工有限公司，云南富瑞化工有限公司，捷盛化工有限公司，巨化股份有限公司硫酸厂，天津硫酸厂，山东省鲁北企业集团总公司，铜陵有色金属集团公司，江西铜业公司。

Ao018 工业硫酸铵

【英文名】 ammonium sulfate for technical

【结构式】 $(NH_4)_2SO_4$

【分子量】 132.13

【物化性质】 纯品为无色透明斜方晶系结晶。相对密度1.769（50℃）。工业硫酸铵为白色或灰白色颗粒，在235℃时分解。易溶于水（0℃时溶解度为70.6g/100mL水，100℃时溶解度为103.8g/100mL水），水溶液呈酸性，不溶于醇、丙酮和氨。与碱类作用放出氨气，易潮解。

【质量标准】 国家标准GB 535—1995/XG1—2003

项　　目		指　　标		
		优等品	一等品	合格品
外观		白色结晶，无可见机械杂质	无可见机械杂质	无可见机械杂质
氮(N)含量(以干基计)/%	≥	21.0	21.0	20.5
水分(H_2O)/%	≤	0.2	0.3	1.0
游离酸(H_2SO_4)/%	≤	0.03	0.05	0.20
铁(Fe)/%	≤	0.007		
砷(As)/%	≤	0.00005		

续表

项　　目	指　　标		
	优等品	一等品	合格品
重金属(以 Pb 计)/%　　≤	0.005		
水不溶物/%　　≤	0.01		

【用途】 化学工业用作双氧水、铵明矾和氯化铵生产的原料，焊接工业用作焊药，纺织工业用作织物的防火剂，电镀工业用作电镀浴添加剂。农业上用作氮肥，适用于一般土壤和作物。食用级产品用作面团调节剂、酵母养料。

【制法】

(1) 中和法　氨与硫酸约在 100℃下进行中和反应，生成的硫酸铵晶浆液经离心分离、干燥，制得硫酸铵成品。其反应式如下：

$$2NH_3+H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$$

(2) 回收法　由炼焦炉气回收氨气，再与硫酸进行中和反应而得。

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料薄膜（或内涂塑料薄膜）的聚丙烯编织袋包装，每袋净重 50kg、75kg、100kg。贮存于通风、干燥的库房中，防止受潮，不可与碱性物质共贮混运，应防止与铵盐反应而变质。运输时要防雨淋和日光曝晒。失火时，可用水、砂土及各种灭火器扑救。

【生产单位】 大化集团有限责任公司，汕头西陇化工有限公司，上海捷晶化工有限公司，石家庄凯发化工医药有限公司，北京恒业中远化工有限公司，广州化学试剂厂，温州市化学用料厂，酒泉钢铁公司焦化厂，内蒙古大唐国际克什克腾煤制天然气有限责任公司，内蒙古赤峰国电化工有限公司，昆明钢铁总公司焦化厂。

Ao019 硫酸铝

【英文名】 aluminum sulfate

【结构式】 $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$

【分子量】 666.41

【物化性质】 无色单斜结晶。相对密度 1.69（17℃），熔点 86.5℃（脱水成为白色粉末状无水硫酸铝）。溶于水、酸和碱，不溶于醇，水溶液呈酸性。加热至 770℃时开始分解为氧化铝、三氧化硫、二氧化硫和水蒸气。水解后生成氢氧化铝。工业品为灰白色片状、粒状或块状，因含低铁盐（$FeSO_4$）而带有淡绿色，又因低价铁盐被氧化而使产品表面发黄。粗制品为灰白细晶结构多孔状物，含有微量硫酸，具有酸而涩的味道。水溶液长时间沸腾可生成碱式硫酸铝。

【质量标准】

1. 化工行业标准《工业硫酸铝》HG/T 2225—2010

外观：Ⅰ类产品固体为白色片状或块状；液体为无色液体。Ⅱ类产品固体可为浅灰绿色或浅黄色片状、块状或粒状；液体为浅绿色或浅黄色。

指标名称	指　　标				
	Ⅰ类		Ⅱ类		
	固体	液体	固体		液体
			一等品	合格品	
氧化铝(Al_2O_3)质量分数/%　　≥	17.00	6.0	15.80	15.60	6.0
铁(Fe)质量分数/%　　≤	0.0050	0.0025	0.30	0.50	0.25
水不溶物质量分数/%　　≤	0.05	0.05	0.10	0.20	0.10
pH 值(10g/L 水溶液)　　≥	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

2. 化工行业标准《水处理剂硫酸铝》HG 2227—2004

项　　目	Ⅰ类		Ⅱ类	
	固体	液体	固体	液体
氧化铝(Al_2O_3)的质量分数/%　≥	15.6	7.8	15.6	7.8
pH值(1%水溶液)　≤	3.0	3.0	3.0	3.0
水不溶物/%　≤	0.15	0.15	0.15	0.15
铁(Fe)/%　≤	0.50	0.25	0.50	0.25
铅(Pb)/%　≤	0.001	0.0005		
砷(As)/%　≤	0.0004	0.0002		
汞(Hg)/%　≤	0.0002	0.0001		
铬[Cr(Ⅵ)]/%　≤	0.001	0.0005		
镉(Cd)/%　≤	0.0002	0.0001		

【用途】 主要用于净水和造纸。在造纸方面用作增加纸张硬度的助剂、着色剂、消泡剂等，在净化水方面用作城市用水和废水处理的絮凝剂。印染工业用作媒染剂和印花的防渗色剂。油脂工业用作油脂的澄清剂。石油工业用作除臭脱色剂。木材工业用作防腐剂。医药上用作收敛剂。消防上常与小苏打、发泡剂配制成泡沫型消防灭火剂。颜料工业用于生产铬黄和作沉淀剂，也用于生产其他铝盐、铵明矾、钾明矾。食品工业用作固化剂。

【制法】

(1) 硫酸分解铝土矿法　将铝土矿粉碎至60目，在反应器内与55%～60%的硫酸在加压条件下反应6～8h，粗制反应液经沉降分离、蒸发浓缩，澄清液加酸中和至中性或微碱性，然后冷却制成片状或冷却凝固后进行粉碎、筛分，制得硫酸铝产品。其反应式如下：

$$Al_2O_3+3H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3+3H_2O$$

(2) 硫酸分解氢氧化铝法　氢氧化铝与硫酸反应，反应液经沉降、浓缩，再冷却固化，经粉碎筛分，制得硫酸铝成品。其反应式如下：

$$2Al(OH)_3+3H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3+6H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：其粉尘能刺激眼睛，使角膜发炎，并能破坏呼吸道黏膜而引起出血。热溶液溅在皮肤上会造成灼伤。操作时应穿着防尘工作服，戴防护眼镜、胶皮手套，穿长筒胶靴等劳保用品。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的玻璃纤维乳胶袋、塑料编织袋或麻袋包装，每袋净重50kg。水处理剂硫酸铝（固体）用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重50kg。水处理剂硫酸铝溶液用玻璃钢槽车或塑料桶包装，每桶净重25kg、30kg或35kg。应贮存于阴凉、干燥、清洁的库房中，应防潮。受潮后变质，腐蚀性增强，易使包装破损（一般半年就要换包装）。不可与有毒物品或碱性物品共贮混运。运输过程中要防雨淋、防潮和日光曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破裂。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 衡阳市建衡实业有限公司，河南佰利联化学股份有限公司，太仓市新型轻工助剂厂，武汉市中润精细化学品有限公司，昆明明珠化工有限责任公司，重庆川东化工集团公司，镇江硫酸厂，汕头西陇化工有限公司，北京益利精细化学品有限公司，平湖化工试剂厂，山东新华医药集团淄博制酸有限责任公司，新乡高技术陶瓷材料公司。

Ao020 液体硫酸铝

【英文名】 aluminium sulfate，liquid

【结构式】 $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$

【分子量】 666.41

【物化性质】 工业品为浅棕色液体（含Al_2O_3 8%）。其他参见硫酸铝。

【质量标准】 参见硫酸铝标准。

【用途】 主要用于净水。

【制法】

(1) 硫酸分解铝土矿　铝土矿经粉

碎，与硫酸在加压条件下反应 6h，得到精制液，经沉降分离，澄清液为液体硫酸铝。其反应式如下：

$$Al_2O_3+3H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3+3H_2O$$

（2）硫酸分解铝灰法　铝灰与硫酸反应，经沉降分离，制得液体硫酸铝。

【安全性】

包装及贮运：参见硫酸铝。

毒性及防护：参见硫酸铝。

【生产单位】　淄博市淄川大众食品添加剂厂，新乡高技术陶瓷材料公司，上海民乐化工有限公司。

Ao021 低铁硫酸铝

【英文名】　aluminium sulfate，low iron

【结构式】　$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$

【分子量】　666.41

【物化性质】　白色粉末。其他参见硫酸铝。

【质量标准】　参见硫酸铝标准。

【用途】　主要用于制造一般钛白粉和画报纸，高级白色缎面纸的胶料、催化剂载体。还用作染料试剂、白色皮革鞣剂、食品添加剂等。

【制法】　硫酸法：硫酸与优质低铁氢氧化铝反应，反应液经沉降，澄清液加入硫酸中和至中性或微碱性，然后浓缩至 115℃左右，经冷却固化、粉碎，制得成品。其反应式如下：

$$2Al(OH)_3+3H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3+6H_2O$$

【安全性】

包装及贮运：参见硫酸铝。

毒性及防护：参见硫酸铝。

【生产单位】　衢州门捷化工有限公司，山东新华医药集团。

Ao022 宝石用硫酸铝

【英文名】　aluminium sulfate for jeweller production

【结构式】　$Al_2(SO_4)_3 \cdot xH_2O$

【物化性质】　参见硫酸铝。

【质量标准】　参考企业标准　鲁 Q/2B 290—86

指标名称		指标	
		一级品	二级品
氧化铝(Al_2O_3)/%	≥	15.7	15.7
氧化铁(以 Fe_2O_3计)/%	≤	0.5	0.5
游离酸/%	≤	无	无
水不溶物/%	≤	0.1	0.1
钾(K_2O)/%	≤	0.0030	200
钠(Na_2O)/%	≤	0.01	0.02

【用途】　用于人造宝石和高级铵明矾的生产。

【制法】　硫酸法：将铝土矿粉碎至一定粒度，加入反应釜与硫酸反应，反应液经沉降，澄清液加入硫酸中和至中性或微碱性，然后浓缩至 115℃左右，经冷却固化，粉碎制得成品。其反应式如下：

$$Al_2O_3+3H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3+3H_2O$$

【安全性】

包装及贮运：参见硫酸铝。保存期为 3 个月。

毒性及防护：参见硫酸铝。

【生产单位】　山东淄博制酸厂，山东新华医药集团淄博制酸有限责任公司。

Ao023 三碱式硫酸铅

【别名】　三盐基硫酸铅

【英文名】　lead sulfate，tribasic

【结构式】　$3PbO \cdot PbSO_4 \cdot H_2O$

【分子量】　990.84

【物化性质】　白色或带微黄色粉末，味甜。相对密度 6.9，熔点 820℃。极微溶于水，不溶于乙醇，能溶于硝酸、热浓盐酸、醋酸铵、醋酸钠溶液，部分溶于醋酸。阳光下可变黄，潮湿时尤甚。遇硫化物生成黑色硫化铅。易吸潮，不稳定，有毒！

【质量标准】　化工行业标准《三盐基硫酸铅》HG/T 2340—2005

指标名称	优等品	一等品	合格品
铅(以 PbO 计)/%	88.0～99.0	88.0～90.0	87.5～90.5
三氧化硫(SO_3)含量/%	7.5～8.5	7.5～8.5	7.0～9.0
加热减量/% ≤	0.30	0.40	0.60
筛余物(0.075mm)/% ≤	0.3	0.40	0.80
白度/% ≥	90.0	90.0	—

【用途】 与二碱式亚磷酸铅配合使用能使塑料热稳定性能和电绝缘性能良好，并能改善塑料耐候性。主要用作聚氯乙烯塑料不透明或半透明制品（如聚氯乙烯电缆硬管、塑料凉鞋、拖鞋、纱管等）的稳定剂。此外，也用于颜料生产等。

【制法】 氧化铅法：先将氧化铅加适量水调浆后送至合成器，再加少量醋酸，在搅拌下以 Pb∶H_2SO_4(92.5%)＝100∶12.6 加入硫酸进行反应，1h 后检验含量，料浆经干燥、粉碎，制得三碱式硫酸铅。其反应式如下：

$$2PbO+2CH_3COOH \longrightarrow Pb(CH_3COO)_2 \cdot Pb(OH)_2$$

$$Pb(CH_3COO)_2 \cdot Pb(OH)_2+2H_2SO_4 \longrightarrow 2PbSO_4+2CH_3COOH+2H_2O$$

$$3PbO+PbSO_4+H_2O \longrightarrow 3PbO \cdot PbSO_4 \cdot H_2O$$

【安全性】

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料薄膜袋的木桶、铁桶或塑料编织袋包装，每桶（袋）净重 25kg、40kg 或 50kg。包装上应有明显的“有毒品”标志，属无机有毒品，危规编号：83028。应贮存于阴凉、通风、干燥的库房中，不可与食用物品共贮混运。运输时要防雨淋和日光曝晒。在符合以上贮存、运输条件下，有效贮存期为一年。失火时，可用水、砂土扑救。

毒性及防护：参见硫酸铅。

【生产单位】 温州市化学用料厂，北京恒业中远化工有限公司，鸡西市化工二厂。

Ao024 半水硫酸钙

【别名】 熟石膏

【英文名】 calcium sulfate，hemihydrate；plaster of Paris

【结构式】 $CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$

【分子量】 145.15

【物化性质】 白色粉末，163℃时失去 $1/2H_2O$变成无水物。难溶于水（20℃时 0.3g/100mL 水），溶于酸、铵盐、硫代硫酸钠和甘油。与水混合后形成塑性易浇砌浆体，隔一定时间后硬化成坚固石状体，并伴有微量的体积膨胀及放热。属于气硬性建筑胶凝物质，分 α 型和 β 型两种，α 型俗称高强度建筑石膏，β 型俗称熟石膏或烧石膏。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标(α 型)			
	建筑		模型	
	特级品	一级品	特级品	一级品
细度(100 目)/% ≥	98	98	98	98
初凝时间/min ≥	4	4	5	4
终凝时间/min ≤	20	20	25	20
拉伸强度(1.5h)/MPa ≥	0.9	0.7	1.1	1.0

续表

指标名称		指标(β型)		医用级
		建筑	模型	
		一级品	一级品	特级品
细度(100目)/%	≥	98	98	98
初凝时间/min	≥	4	4	—
终凝时间/min	≤	20	20	10
拉伸强度(1.5h)/MPa	≥	0.9	1.0	0.7

【用途】 α型在建筑上用作高强度石膏构件、石膏板、铸造模型及机械加工时的固定胶凝加工件。β型主要用于建筑材料、粉饰石膏构件、石膏塑像、陶瓷、精密机械铸件型模、粉笔、胶凝剂等方面。

【制法】

(1) 转窑煅烧法 生石膏经粉碎至1～3mm后加入间接加热的转窑中煅烧15min，物料最终温度为140～150℃（煅烧医用石膏为115～125℃）。熟料粉碎，经筛选制得半水硫酸钙。其反应式如下：

$$CaSO_4 \cdot 2H_2O \longrightarrow \beta\text{-}CaSO_4 \cdot 1/2H_2O + 1.5H_2O$$

(2) 加压法 生石膏经粉碎成15～20mm后加到高压釜内，在加压、温度约120℃条件下蒸煮约7h，然后在120～220℃干燥，再经粉碎、筛分，制得α-半水硫酸钙。其反应式如下：

$$CaSO_4 \cdot 2H_2O \longrightarrow \alpha\text{-}CaSO_4 \cdot 1/2H_2O + 1.5H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：粉尘能引起呼吸系统疾病，最高容许浓度为2mg/m^3。工作中应保护呼吸器官，穿工作服、戴防护眼镜。遵守个人防护措施，工作场所应注意防尘和除尘。

包装及贮运：用内衬牛皮纸或聚乙烯塑料袋的编织袋包装，每袋净重25kg。置于阴凉、干燥的库房中。应防止受潮和雨淋，以避免结块变质。失火时，可用水扑救。

【生产单位】 北京恒业中远化工有限公司，上海矿产原料厂。

Ao025 二水硫酸钙

【别名】 石膏

【英文名】 calcium sulfate dihydrate；gypsum

【结构式】 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$

【分子量】 172.17

【物化性质】 无色单斜晶系结晶性粉末，相对密度2.32。128℃时失去1.5H_2O而成半水物，加热至163℃失去全部结晶水而成无水物。难溶于水（0.241g/100mL水），溶于酸、铵盐、硫代硫酸钠和甘油。

【质量标准】

1. 建材行业标准《烟气脱硫石膏》JC/T 2074—2011

项　目		指　标		
		一级(A)	二级(B)	三级(C)
气味(湿基)		无异味		
附着水含量(湿基)/%	≤	10.00		12.00
二水硫酸钙($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)(干基)/%	≥	95.00	90.00	85.00
半水硫酸钙($CaSO_4 \cdot 0.5H_2O$)(干基)/%	≤	0.50		
水溶性氧化镁(MgO)(干基)/%	≤	0.10		0.20

续表

项目	指标		
	一级(A)	二级(B)	三级(C)
水溶性氧化钠(Na_2O)(干基)/% ≤	0.06		0.08
pH 值(干基)	5～9		
氯离子(Cl^-)(干基)/(mg/kg) ≤	100	200	300
白度(干基)/%	报告测定值		

2. 国家标准《磷石膏》GB/T 23456—2009

项目	指标		
	一级	二级	三级
附着水含量(湿基)/%	≤25		
二水硫酸钙($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)质量分数/% ≥	≥85	≥75	≥65
水溶性五氧化二磷(P_2O_5)质量分数/%	≤0.80		
水溶性氟[①](F)质量分数/%	≤0.50		

① 用作石膏建材时应测试该项目。

【用途】 是制造水泥、半水硫酸钙及硫酸的原料。油漆和造纸工业中用作填充剂。农业上用作化肥，能降低土壤碱度，改善土壤性能。食用级可用作营养增补剂（钙质强化）、凝固剂、酵母食料、面团调节剂、螯合剂，还用作番茄、土豆罐头中的组织强化剂、酿造用水的硬化剂、酒的风味增强剂等。

【制法】

① 将天然石膏矿除净杂质、泥土，经煅烧磨粉而得。

② 将氨碱法制碱的副产物（氯化钙）中加入硫酸钠，反应物经精制得二水硫酸钙。

③ 制造有机酸时的副产物。例如：制造草酸时副产物草酸钙用硫酸分解，再经精制而得二水硫酸钙。

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装（食品级要用食用聚乙烯塑料袋），每袋净重 25kg。食品级产品外包装袋上应有明显的生产日期和"食品添加剂"字样。贮存于干燥、洁净的库房中。食品级产品要防止有毒物的污染，不准与有毒物品共贮混运。应注意防潮、防湿。

【生产单位】 北京恒业中远化工有限公司，江苏省南京锦荣实业公司，石家庄市金源矿业公司，湖北昌达化学工业公司。

Ao026 聚合硫酸铁

【英文名】 ferric polysulfate

【结构式】 $[Fe_2(OH)_2 \cdot (SO_4)_{3-n/2}]_m$

【物化性质】 有固体和液体两种。液体是红褐色的黏稠液体，固体是一种淡黄色的颗粒，相对密度 1.45。水解后可产生多种高价和多核络离子，对水中悬浮胶体颗粒进行电性中和，降低电位，促使粒子相互凝聚，同时产生吸附、架桥交联等作用。絮凝 pH 范围广，具有优良的脱水性能，不引起处理装置腐蚀。聚合硫酸铁产品具有一定的腐蚀性和刺激性，操作人员在进行作业时，应戴防护用具，避免身体直接接触。

【质量标准】 国家标准 GB 14591—2006

聚合硫酸铁产品按用途分为两类：Ⅰ类饮用水用，Ⅱ类工业用水、废水和污水用。

产品外观：液体为红褐色黏稠透明；固体为淡黄色无定形固体。

产品化学成分满足下表。

指标名称		指标(水处理剂)			
		Ⅰ类		Ⅱ类	
		液体	固体	液体	固体
密度(20℃)/(g/cm^3)	≥	1.45	—	1.45	—
全铁的质量分数/%	≥	11.0	19.0	11.0	19.0
还原性物质(以 Fe^{2+} 计)的质量分数/%	≤	0.10	0.15	0.10	0.15
盐基度/%		8.0～16.0	8.0～16.0	8.0～16.0	8.0～16.0
不溶物的质量分数/%	≤	0.3	0.5	0.3	0.5
pH 值(1%水溶液)		2.0～3.0	2.0～3.0	2.0～3.0	2.0～3.0
镉(Cd)/%	≤	0.0001	0.0002		
汞(Hg)/%	≤	0.00001	0.00001		
铬[Cr(Ⅵ)]/%	≤	0.0005	0.0005		
砷(As)/%	≤	0.0001	0.0002		
铅(Pb)/%	≤	0.0005	0.001		

【用途】 一种新型高效的絮凝剂。主要用于生活饮用水及工业用水的净化，也可对各种工业废水与城市污水（如食品、皮革、矿山、冶金、印染、造纸、石油等产生的废水）进行净化处理。

【制法】 稀硫酸法：将稀硫酸（H_2SO_4 约 3%）加入到硫酸亚铁中，再加入亚硝酸钠（$NaNO_2$），与硫酸亚铁之比约 3∶100，通入空气（或氧）进行氧化，经水解、聚合反应制得聚硫酸铁。其反应式如下：

$$2FeSO_4+H_2SO_4+1/2O_2 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3+H_2O$$

$$Fe_2(SO_4)_3+nH_2O \longrightarrow Fe_2(OH)_n(SO_4)_{3-n/2}+n/2H_2SO_4$$

$$m[Fe_2(OH)_n(SO_4)_{3-n/2}] \longrightarrow [Fe_2(OH)_2(SO_4)_{3-n/2}]_m$$

【安全性】 Ⅰ型产品用聚乙烯塑料桶包装，每桶净重 25kg。Ⅱ型产品用内衬食品级聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重 25kg。贮存于一般库房中，包装密封，防雨淋。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。贮存温度不低于−20℃，有效贮存期半年。

【生产单位】 上海昊化化工有限公司，北京恒业中远化工有限公司，重庆市化工研究院，滨州市裕华化工厂，四川天然气化工厂，云南云天化股份有限公司。

Ao027 硫酸亚铁铵

【别名】 莫尔盐

【英文名】 ammonium ferrous sulfate; mohr's salt

【结构式】 $FeSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$

【分子量】 392.13

【物化性质】 浅蓝绿色透明单斜晶系结晶。相对密度 1.864，100～110℃时分解，溶于水（20℃时 26.9g/100mL 水；80℃时 73.0g/100mL 水），不溶于醇。常温下稳定，见光分解。

【质量标准】 国家标准《化学试剂 六水合硫酸铁（Ⅱ）铵》GB/T 661—2011

本试剂为浅蓝绿色透明结晶，在空气中逐渐被氧化。溶于水，不溶于醇。

名　称	分析纯	化学纯
$(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ 含量的质量分数/%	≥99.5	≥99.0
pH 值(50g/L,25℃)	3.0～5.0	3.0～5.0
水不溶物质量分数/%	≤0.005	≤0.02
氯化物(Cl^-)质量分数/%	≤0.001	≤0.005
磷酸盐质量分数/%	≤0.0005	≤0.002
锰(Mn)质量分数/%	≤0.05	—
高铁(Fe)质量分数/%	≤0.01	≤0.02

续表

名　称	分析纯	化学纯
铜(Cu)质量分数/%	≤0.002	≤0.01
锌(Zn)质量分数/%	≤0.003	≤0.02
铅(Pb)质量分数/%	≤0.002	≤0.004
氨水不沉淀物(以硫酸计)质量分数/%	≤0.1	≤0.2

【用途】 分析化学中用以配制亚铁离子标准溶液。也用于印刷铅字版镀层，以使字版延长使用寿命。还用于医药、电镀等。

【制法】 合成法：将硫酸铵、硫酸亚铁溶于热水后再加入硫酸，经过滤、浓缩、结晶、离心分离，制得硫酸亚铁铵。其反应式如下：

$$FeSO_4 \cdot 7H_2O + (NH_4)_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O + H_2O$$

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋的麻袋或塑料编织袋包装，每袋净重 30kg 或 45kg。应贮存于阴凉、干燥的库房中，包装要密封。运输时要防雨淋和日光曝晒。失火时，可用水浇救。

【生产单位】 汕头西陇化工有限公司，西安化学试剂厂，广州化学试剂厂，温州市化学用料厂，天津市新联化工厂。

Ao028 硫酸亚铁

【别名】 绿矾；铁矾

【英文名】 ferrous sulfate heptahydrate; copperas; green vitriol; iron vitriol

【结构式】 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$

【分子量】 278.01

【物化性质】 蓝绿色单斜晶系结晶或颗粒，无气味。相对密度 1.898，熔点 64℃。溶于水（50℃ 时 48.6g/100mL 水），微溶于醇，溶于无水甲醇。64～90℃时失去 6 个结晶水，加热到 300℃时失去全部结晶水而成无水物。红热时分解生成三氧化二铁并放出二氧化硫、三氧化硫。有腐蚀性，在干燥空气中会风化，易被潮湿空气氧化。

【质量标准】

1. 国家标准 GB 10531—2006

硫酸亚铁产品按用途分为两类：Ⅰ类饮用水用，Ⅱ类工业用水、废水和污水用。

产品外观：淡绿色或淡黄绿色结晶。

指标名称	指标	
	Ⅰ类	Ⅱ类
硫酸亚铁($FeSO_4 \cdot 7H_2O$)的质量分数/% ≥	90.0	90.0
二氧化钛(TiO_2)的质量分数/% ≤	0.75	1.00
不溶物的质量分数/% ≤	0.50	0.50
游离酸(以 H_2SO_4 计)的质量分数/% ≤	1.00	—
砷(As)的质量分数/% ≤	0.0001	—
铅(Pb)的质量分数/% ≤	0.0005	

2. 化工行业标准《饲料级　硫酸亚铁》HG/T 2935—2006

饲料级硫酸亚铁产品按用途分为两类：一水硫酸亚铁，七水硫酸亚铁。

产品外观：一水硫酸亚铁为灰白色粉末，七水硫酸亚铁为蓝绿色结晶。

项　目	指　标	
	一水硫酸亚铁($FeSO_4 \cdot H_2O$)	七水硫酸亚铁($FeSO_4 \cdot 7H_2O$)
硫酸亚铁质量分数(以 $FeSO_4 \cdot H_2O$ 计)/% ≥	91.0	—
硫酸亚铁质量分数(以 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 计)/% ≥	—	98.0
铁(Fe)含量/% ≥	30.0	19.7
砷(As)含量/% ≤	0.0002	0.0002
铅(Pb)含量/% ≤	0.002	0.002
细度(通过 180μm 试验筛通过率)/% ≥	95	—

3.《中国药典》(1995 年)

指标名称		指标
含量($FeSO_4 \cdot 7H_2O$)/%	≥	98.5～104.0
酸度,pH 值		3.0～4.0
碱式硫酸盐		符合规格
重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.002
砷盐(以 As 计)/%	≤	0.0002

【用途】 农业上可用作农药、能防治小麦黑穗病、苹果和梨的疤痂病、果树的腐烂病；也可用作肥料，能除去树干的青苔及地衣。是制造磁性氧化铁、氧化铁红和铁蓝无机颜料、铁催化剂及聚硫酸铁的原料。医药上用作局部收敛剂及补血剂，此外还用作色谱分析试剂等。食用级用作营养增补剂，如铁质强化剂、果蔬发色剂。饲料级硫酸亚铁在饲料加工中作为铁的补充剂。

【制法】

(1) 硫酸法 硫酸与母液混合，用蒸汽加热至 80℃时，将废铁屑溶解于反应液中，反应生成的微酸性硫酸亚铁溶液经澄清去除杂质后，再经冷却结晶、离心脱水，制得硫酸亚铁。其反应式如下：

$$Fe+H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4+H_2\uparrow$$

(2) 钛白副产法 将硫酸分解钛铁矿制造钛白粉生产中经沉淀、冷冻、分离的副产硫酸亚铁，经重结晶精制，制得硫酸亚铁成品。其反应式如下：

$$FeTiO_2+2H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4+TiSO_4+2H_2O$$

【安全性】 根据用户要求可选用散装或聚乙烯塑料袋、草袋或塑料编织袋包装，每袋净重 20kg 或 50kg。贮存在干燥的库房中，应防止风化，久贮会变黄(被空气氧化成正铁)。运输过程中应防止雨淋、日晒、受潮。不得与有害有毒物品混运，防止污染。失火时，用水和灭火器扑救。

【生产单位】 汕头西陇化工有限公司，广州化学试剂厂，上海绿源精细化工厂，石家庄凯发化工医药有限公司，哈尔滨康文生化科技有限公司，温州市化学用料厂，漯河市兴茂化工有限公司，衡阳新华化工冶金总公司，北京益利精细化学品有限公司。

Ao029 硫酸锂

【英文名】 lithium sulfate

【结构式】 Li_2SO_4

【分子量】 109.94

【物化性质】 无水盐为白色晶体。一水硫酸锂是无色单斜结晶，十分稳定。相对密度 2.221，熔点 845℃。溶于水，不溶于无水乙醇、丙酮。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
含量/%	≥	99.0
干燥失重(150℃)/%		13.0～15.0
不溶物/%	≤	0.01
氯化物(Cl)/%	≤	0.002
硝酸盐(NO_3)/%	≤	0.001
重金属(Pb)/%	≤	0.001
铁(Fe)/%	≤	0.001
钾(K)/%	≤	0.05
钠(Na)/%	≤	0.05

【用途】 用作特种高强度玻璃的原料，分析试剂，用于制药工业。

【制法】 碳酸锂法：将碳酸锂溶液加入反应器中，在搅拌下缓慢加入硫酸进行反应，经蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离，制得一水硫酸锂，经干燥得到硫酸锂。其反应式如下：

$$Li_2CO_3+H_2SO_4 \longrightarrow Li_2SO_4+H_2O+CO_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：产品有害健康。工作时应穿戴橡皮手套和防护面具，注意防尘，以保护呼吸器官。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋包装，每袋净重 45kg。贮存于通风干燥的库房内，防潮。运输及装卸中注意防雨淋水浸，防止袋破。

【生产单位】 四川射洪锂业有限责任公司，广州化学试剂厂，昆明钢铁总公司焦化厂，西安化学试剂厂，新疆有色锂盐厂。

Ao030 硫酸氢钠

【别名】 酸式硫酸钠

【英文名】 sodium bisulfate

【结构式】 $NaHSO_4 \cdot H_2O$

【分子量】 138.07

【物化性质】 无色单斜晶系结晶或白色粉末。相对密度 2.103，熔点 (58.54±0.5)℃。遇热水和醇则分解，溶于冷水，其水溶液呈酸性，在空气中易潮解。加热失去结晶水而成无水物，进一步加热分解成焦硫酸钠。

【质量标准】

1. 化工行业标准《工业硫酸氢钠》HG/T 4516—2013

外观：固体为无色结晶或白色粉末；溶液为无色透明。

化学成分

项目	Ⅰ型		Ⅱ型
	一等品	合格品	
硫酸氢钠(以 $Na_2SO_4 \cdot H_2O$ 计)质量分数/% ≥ 硫酸氢钠(以 Na_2SO_4 计)/% ≥	98.0	90.0	30.0
铁(Fe)质量分数/% ≤	0.003	0.005	0.05
水不溶物质量分数/% ≤	0.10	0.10	
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/% ≤	0.03	0.05	0.30

2. 美国食用化学品法典（FCC，1981 年）

指标名称	食品级指标
含量(以 H_2SO_4 计)/% ≥	35.0～39.0
硫(以 $NaHSO_4$ 计)/% ≥	85.4～95.2
砷(以 As 计)/% ≤	0.0003
重金属(以 Pb 计)/% ≤	0.003
铅(Pb)/% ≤	0.0010
干燥失重/% ≤	0.8
硒(Se)/% ≤	0.003
非水溶性物质/% ≤	0.05

【用途】 印染工业用作酸性染料的助染剂，冶炼工业用作矿物分解的助熔剂，医药工业用作消毒剂和洗涤剂组分，化学工业用作制造硫酸盐和钠矾的原料。另外，还用于石油钻井及土壤改良等方面。

【制法】

(1) 硫酸芒硝法 硫酸与无水芒硝反应，经过滤、结晶、分离、干燥，制得成品。其反应式如下：

$$Na_2SO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow 2NaHSO_4$$

(2) 粗硫酸氢钠精制法 铬酸酐生产中副产粗硫酸氢钠，除去铬酸酐后的熔融硫酸氢钠，再经浸取、浓缩、结晶，制得硫酸氢钠。其反应式如下：

$$NaHSO_4 \cdot CrO_3 \longrightarrow NaHSO_4 + CrO_3$$

【安全性】 用内衬两层聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重 50kg。酸性腐蚀品，危规编号：GB 8.1 类 81509。UN No.1821；IMDG CODE 8125 页，8.1 类。贮存在通风、干燥的库房中，注意防潮。运输时防止雨淋。失火时，可用水和各种灭火器扑救。

【生产单位】 牡丹江市丰达化工进出口有限责任公司，汕头西陇化工有限公司，广州化学试剂厂，温州市化学用料厂，杭州电化集团有限公司，天津市西青区王稳庄新欣化工厂，广东汇联达化工有限公司，广州市金华大化学试剂有限公司，重庆华南化工有限公司。

Ao031 无水硫酸钠

【别名】 无水芒硝；元明粉

【英文名】 sodium sulfate anhydrous; thenardite

【结构式】 Na_2SO_4

【分子量】 142.04

【物化性质】 白色单斜晶系结晶或粉末。相对密度2.68，熔点884℃。溶于水，水溶液呈碱性，溶于甘油，不溶于乙醇。暴露于空气中易吸湿成为含水硫酸钠。241℃时转变成六方型结晶。高纯度、颗粒细的无水物称为元明粉。

【质量标准】 国家标准GB/T 6009—2014

工业无水硫酸钠按用途分为三类：Ⅰ类主要用于印染、合成洗涤剂、维尼纶；Ⅱ类主要用于玻璃、染料、造纸等工业；Ⅲ类主要用于无机盐工业原料等。

外观：工业无水硫酸钠为白色结晶颗粒。

指标项目		指标					
		Ⅰ类		Ⅱ类		Ⅲ类	
		优等品	一等品	一等品	合格品	一等品	合格品
硫酸钠(Na_2SO_4)质量分数/%	≥	99.3	99.0	98.0	97.0	95.0	92.0
水不溶物质量分数/%	≤	0.05	0.05	0.10	0.20	—	—
钙镁(以Mg计)质量分数/%	≤	0.10	0.15	0.30	0.40	0.60	—
氯化物(以Cl计)质量分数/%	≤	0.12	0.35	0.70	0.90	2.0	—
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.002	0.002	0.010	0.040	—	—
水分质量分数/%	≤	0.10	0.20	0.50	1.0	1.5	
白度(R457)/%	≥	85	82	82	—	—	—

注：1. 副产无水硫酸钠还应不含有其他干扰检验和影响使用的杂质。

2. 染料、维纶用户对产品有特殊要求时，可与生产厂家另订协议。

【用途】 主要用作合成洗涤剂的填充料。造纸工业用于制造硫酸盐纸浆时的蒸煮剂。玻璃工业用以代替纯碱。化学工业用作制造硫化钠、硅酸钠和其他化工产品的原料。纺织工业用于调配维尼纶纺丝凝固浴。医药工业用作缓泻剂。还用于有色冶金、皮革等方面。

【制法】

（1）真空蒸发法 将天然芒硝溶解后澄清，把澄清液进行真空蒸发脱水、增稠、离心分离、干燥，制得无水硫酸钠。其反应式如下：

$$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O \longrightarrow Na_2SO_4 + 10H_2O$$

（2）转化法 系以氯化钾生产的副产品高低温盐做原料制取无水硫酸钠。在一定温度和配料条件下，经过三段转化，硫酸镁和氯化钠先转化成白钠镁矾，再转化为无水钠镁矾，最后转化成无水硫酸钠。整个转化过程为连续逆流操作。浆料靠机械推动和提升，液体依位差而逆向溢流，各段之间互相联系和影响，第一段转化控制在pH值3～4、温度55～70℃下发生反应，生成白钠镁矾浆料，进入一段沉降器增稠后，再送到二段转化槽；二段转化pH4～5，温度在100℃左右；第三段转化条件控制pH 5～6，温度55℃左右，在搅拌下，无水钠镁矾与氯化钠水溶液反应生成无水硫酸钠，经离心分离、干燥，制得无水硫酸钠。其反应方程式如下：

$$2NaCl + 2MgSO_4 + 4H_2O \longrightarrow Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O + MgCl_2$$

$$Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O \longrightarrow Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 + 4H_2O$$

$Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 + 2NaCl \longrightarrow 2Na_2SO_4 + MgCl_2$

此法成本高，回收率低，消耗硫酸，杂质不易除去，所得产品色泽较差，但设备简单。

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重 50kg 或 100kg。应贮存于通风、干燥的库房内。在夏天或温度较高地区易融化而结成大块，贮运时应防潮、防雨。注意不要被铁钉或有锋利尖端、棱角的硬物刺破包装袋而造成产品泄漏。不要与食品、煤、水泥等混装以防污染。失火时，可用水和各种灭火器扑救。

【生产单位】 大化集团有限责任公司，四川省川眉芒硝有限责任公司，山东海源盐化集团有限责任公司卫东盐场，湖州大中化工试剂有限公司，四川省芒硝矿，四川同庆有限公司，山西南风化工集团股份有限公司，云南盐业集团公司。

Ao032 十水硫酸钠

【别名】 芒硝；格劳伯盐

【英文名】 sodium sulfate decahydrate; mirabilite; glaubers salt

【结构式】 $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$

【分子量】 322.19

【物化性质】 无色单斜晶系结晶性粉末，无气味，有苦咸味。相对密度 1.464，熔点 32.38℃。溶于水（0℃时为 11g/100mL 水；20℃时为 92.7g/100mL 水），不溶于乙醇，其水溶液呈中性。加热到 100℃失去 10 个结晶水。在空气中易风化，变为白色粉末状无水物。

【质量标准】

1. 参考标准

指标名称		指标
硫酸钠(Na_2SO_4)/%	≥	40
硫酸镁($MgSO_4$)/%	≤	3
氯化物(NaCl 计)/%	≤	1

2. 美国食用化学品法典（FCC，1981）

指标名称		指标
		食品级
硫酸钠(从干燥品计)质量分数/%	≥	99.0
重金属(以 Pb 计)质量分数/%	≤	0.0010
砷(以 As 计)质量分数/%	≤	0.0003
干燥失重/%		51～57
硒质量分数/%	≤	0.003

【用途】 是制造无水硫酸钠的原料，也用于硫化钠、硅酸钠等化工产品的生产。玻璃工业用以代替纯碱。还用于血液常规检验等方面。食品工业用作焦糖色素制造剂、食用色素的稀释剂。

【制法】

（1）母液冷冻法 制盐后的母液（45℃，32°Bé）加到预冷器中预冷至 20℃，流至澄清卤槽，再经预冷器冷至 10℃，进入冷冻结晶器冷冻至－5℃下，所得结晶经离心分离，制得芒硝成品。母液可供制冷介质用。

（2）人造丝副产 人造丝凝固废液结晶出芒硝，经中和、过滤、浓缩、结晶、分离、干燥，制得芒硝。

【安全性】 散装或用塑料编织袋包装，每袋净重 50kg。可由铁路、公路运输或船运。贮运时应防雨淋。

【生产单位】 北京恒业中远化工有限公司，山西南风化工集团股份有限公司，四川省川眉芒硝有限责任公司。

Ao033 药用硫酸钠

【别名】 泻药

【英文名】 sodium sulfate, medicinal

【结构式】 $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$

【分子量】 322.19

【物化性质】 参见十水硫酸钠。

【质量标准】 原卫生部部颁兽药标准（1978 年）

指标名称		指标
硫酸钠(以干燥品计)/%	≥	99.0
氯化物/%	≤	0.035
重金属/%	≤	0.0010
砷盐/%	<	0.0001
干燥失重/%		51～57

【用途】 医药上用作泻药。

【制法】 精制法：将工业无水芒硝加水溶解，经沉淀、过滤、结晶、水洗、离心分离，制得药用硫酸钠。

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋的牛皮纸袋包装，每袋净重0.5kg，再用纸箱包装，每箱40袋。贮运参见无水硫酸钠。

【生产单位】 四川省川眉芒硝有限责任公司，青海省西州冷湖化工总厂。

Ao034 硫酸钾

【英文名】 potassium sulfate

【结构式】 K_2SO_4

【分子量】 174.25

【物化性质】 无色或白色六方形或斜方晶系结晶或颗粒状粉末。相对密度2.662，转化点588℃，熔点1069℃，沸点1689℃。溶于水（25℃时12g/100mL水，100℃时24.1g/100mL水），不溶于醇、丙酮和二硫化碳，具有苦咸味。

【质量标准】 国家标准GB 20406—2006

项目		粉末结晶状			颗粒状		
		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
氧化钾(K_2O)质量分数/%	≥	50.0	50.0	45.0	50.0	50.0	40.0
氯离子质量分数/%	≤	1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0
水分(H_2O)质量分数/%	≤	0.5	1.5	3.0	0.5	1.5	3.0
游离酸(H_2SO_4)质量分数/%	≤	1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0
粒度(粒径1.00～4.75mm或3.35～5.60mm)/%		—	—	—	90	90	90

【用途】 农业上用作化学肥料，是制造钾盐的原料。染料工业用于制中间体，玻璃工业用作澄清剂，香料工业用作助剂，医药上用作缓泻剂，食品工业用作通用添加剂。还用于血清蛋白生化检验。

【制法】

(1) 曼海姆法 用98%硫酸和氯化钾在高温下进行分解反应，生成硫酸钾，副产盐酸。

(2) 复分解法 用硫酸盐与氯化钾反应，经过滤、浓缩、分离、干燥，制得硫酸钾。

【安全性】 用内衬聚乙烯薄膜塑料袋或涂膜聚丙烯的塑料编织袋包装，按照GB 8569规定执行。每袋净含量（50±0.5)kg、(40±0.4)kg、(25±0.25)kg、(10±0.1)kg，每批产品平均每袋净含量相应不得低于50.0kg、40.0kg、25.0kg、10.0kg。应贮存在于阴凉干燥处。运输过程中应防潮、防晒、防破裂。

【生产单位】 国投罗布泊钾盐开发有限公司，云南三环化工有限公司，无锡震宇化工有限公司，川化青上化工有限公司，山东莒南青上化工有限公司，河北省东昊化工有限公司，广东米高化肥有限公司，山西钾肥有限责任公司。

Ao035 七水硫酸钴

【英文名】 cobaltous sulfate heptahydrate

【结构式】 $CoSO_4 \cdot 7H_2O$

【分子量】 281.10

【物化性质】 桃红色单斜晶系结晶。相对密度1.948，熔点96.8℃，420℃时失去7个结晶水。溶于水（3℃时60.4g/100mL水，70℃时67g/100mL水）及甲醇，不溶于氨，微溶于乙醇，在空气中易风化。

【质量标准】

1. 国家标准《精制硫酸钴》GB/T 26523—2011

项　　目		指标	
		优等品	一等品
钴(Co)质量分数/%	⩾	20.5	20.0
镍(Ni)质量分数/%	⩽	0.001	0.005
锌(Zn)质量分数/%	⩽	0.001	0.005
铜(Cu)质量分数/%	⩽	0.001	0.005
铅(Pb)质量分数/%	⩽	0.001	0.005
镉(Cd)质量分数/%	⩽	0.001	0.005
锰(Mn)质量分数/%	⩽	0.001	0.005
铁(Fe)质量分数/%	⩽	0.001	0.005
镁(Mg)质量分数/%	⩽	0.02	0.05
钙(Ca)质量分数/%	⩽	0.005	0.05
铬(Cr)质量分数/%	⩽	0.001	0.005
汞(Hg)质量分数/%	⩽	0.001	0.005
油分质量分数/%	⩽	0.0005	0.001
水不溶物质量分数/%	⩽	0.005	0.01
氯化物(Cl^-)质量分数/%	⩽	0.005	0.01
砷(As)质量分数/%	⩽	0.001	0.005
pH		4.5～6.5	

饲料级硫酸钴外观：粉红色粉末结晶或红棕色结晶。

2. 化工行业标准《饲料级硫酸钴》HG/T 3775—2005

项　　目		指标	
		七水硫酸钴	一水硫酸钴
硫酸钴(以钴计)的质量分数/%	⩾	20.5	33.0
水不溶物的质量分数/%	⩽	0.02	—
砷(As)的质量分数/%	⩽	0.0003	0.0005
铅(Pb)的质量分数/%	⩽	0.001	0.002
细度(通过800μm网孔试验筛)质量分数/%	⩾	95	
细度(通过280μm网孔试验筛)质量分数/%	⩾	—	95

【用途】 电镀工业用于钴电镀液，也用作钴铁磁性材料、油漆催干剂、彩色瓷器的釉药、碱性蓄电池的添加剂、化学分析试剂和催化剂等。

【制法】

（1）金属钴法　将金属钴板溶于硫酸及硝酸的混合酸中，用蒸汽加热至沸，反应后经浓缩、结晶、分离母液，制得硫酸钴。其反应式如下：

$$3Co+2HNO_3+3H_2SO_4 \longrightarrow 3CoSO_4+2NO\uparrow+4H_2O$$

$$2NO+O_2 \longrightarrow 2NO_2\uparrow$$

（2）氧化钴法　用硫酸溶解氧化钴，溶液经蒸发浓缩、结晶、离心脱水，制得硫酸钴。其反应式如下：

$$CoO+H_2SO_4 \longrightarrow CoSO_4+H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：吸入钴化合物粉尘，有时出现支气管哮喘。工作环境中最高容许浓度金属钴和氧化钴为0.5mg/m^3。工作人员要戴防毒口罩，防止气溶胶损伤呼吸器官，要穿防尘工作服和戴防护手套。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶（或木桶）包装，每桶净重35kg（或50kg）。应存放于阴凉、干燥处，不可受热、受潮。运输时应防雨淋和日光曝晒。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 金川集团有限公司，吉林吉恩镍业股份有限公司，河北雄威化工股份有限公司，上海勤化化工有限公司。

Ao036 硫酸镍

【别名】 镍矾

【英文名】 nickel sulfate; nickel vitriol

【结构式】 $NiSO_4 \cdot xH_2O$

【分子量】 262.84（以六水合物计）

【物化性质】 有无水物、六水物和七水物三种。商品以六水物为主，有两种变体：α-$NiSO_4 \cdot 6H_2O$ 为蓝色四方晶系结晶；β-$NiSO_4 \cdot 6H_2O$ 为绿色单斜结晶。相对密度 2.07，晶形转化点 53.5℃，103℃时失去 6 个结晶水。溶于水，水溶液呈酸性，易溶于醇、氨水，有毒！

【质量标准】

1. 国家标准《精制硫酸镍》GB/T 26524—2011

Ⅰ类主要用于镀镍及其他工业，Ⅱ类主要用于蓄电池的生产。产品外观：翠绿色颗粒状结晶。产品化学成分见下表。

项目		指标	
		Ⅰ类	Ⅱ类
镍(Ni)质量分数/%	⩽	22.1	22.0
钴(Co)质量分数/%	⩾	0.005	0.4
铜(Cu)质量分数/%	⩽	0.0005	0.0005
铁(Fe)质量分数/%	⩽	0.0005	0.0005
钠(Na)质量分数/%	⩽	0.01	0.01
锌(Zn)质量分数/%	⩽	0.0005	0.0005
钙(Ca)质量分数/%	⩽	0.005	0.05
镁(Mg)质量分数/%	⩽	0.005	0.005
锰(Mn)质量分数/%	⩽	0.001	0.001
镉(Cd)质量分数/%	⩽	0.0002	0.0002
汞(Hg)质量分数/%	⩽	0.0003	—
总铬(Cr)质量分数/%	⩽	0.0005	—
铅(Pb)质量分数/%	⩽	0.001	0.001
水不溶物质量分数/%	⩽	0.005	0.005

2. 化工行业标准 HG/T 2824—2009

指标名称		指标			
		Ⅰ类		Ⅱ类	
		优等品	一等品	优等品	一等品
镍(Ni)/%	⩾	22.2	21.5	21.8	20.5
钴(Co)/%	⩽	0.05	0.10	0.40	0.40
铜(Cu)/%	⩽	0.0010	0.0020	0.0015	0.0015
铁(Fe)/%	⩽	0.0010	0.0020	0.0015	0.0030
钠(Na)/%	⩽	0.020	0.030	0.020	0.030
铅(Pb)/%	⩽	0.0010	0.0020	0.0010	0.0020
锌(Zn)/%	⩽	0.0030	0.0040	0.0030	0.0040
钙(Ca)/%	⩽	0.010	0.020	0.010	0.020
镁(Mg)/%	⩽	0.010	0.020	0.010	0.020
锰(Me)/%	⩽	0.0030	0.0050	0.0030	0.0050
镉(Cd)/%	⩽	0.0003	0.0005	0.0003	0.0005
汞(Hg)/%	⩽	0.0010	0.001	—	—
总铬(Cr)/%	⩽	0.0010	0.001	—	—
水不溶物/%	⩽	0.010	0.020	0.010	0.020

【用途】 主要用于电镀工业，作为电镀镍和化学镍的主要原料，也是生产其他镍盐（如氧化镍、硫酸镍铵、碳酸镍等）的主要原料。印染工业用以生产酞菁艳蓝络合剂，可作还原染料的媒染剂。医药工业用于生产维生素 C 中氧化反应的催化剂。在硬化油生产中是油脂加氢的催化剂。此外，还用于制镍镉电池和生产硬质合金等。

【制法】

（1）金属镍法 在反应器中加入水，然后加硫酸配成 30°Bé，再加入金属镍，并分数次加入硝酸进行反应。反应浓度达到 48～50°Bé 时进行结晶、过滤，用水洗涤粗结晶并加水溶解成 30°Bé，然后加入碳酸钡中和游离酸，再加入过氧化氢使二价铁氧化，并发生水解，净化溶液经澄清后，加少量硫酸调 pH3～4，然后浓缩结晶，离心脱水，制得硫酸镍。其反应式如下：

$$3Ni + 8HNO_3 \longrightarrow 3Ni(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$$

$$Ni(NO_3)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow NiSO_4 + 2HNO_3$$

（2）由生产钴的含镍废液制取硫酸镍

首先用纯碱溶液从钴盐生产的废硫酸镍溶液中沉淀出碳酸镍，再将碳酸镍溶于硫

酸，制得硫酸镍。其反应式如下：

$$NiSO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow NiCO_3 + Na_2SO_4$$

$$NiCO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow NiSO_4 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：镍盐可损伤人的皮肤，金属镍及其化合物可以破坏细胞代谢。最高容许浓度：二价和三价镍的氧化物、硫化物（以Ni计）为0.5mg/m³；水气溶胶形式的镍盐（按Ni计算）为0.0005mg/m³。操作人员工作时要佩戴防毒口罩、软管防毒面具。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋或木桶包装，每袋（桶）净重25kg、50kg。包装上应有明显的“有毒品”标志。贮存于阴凉、干燥、通风的库房中。勿在有活性氯气和烈日下贮存。轻拿轻放，防止包装破损。勿与食品共贮混运。运输过程中应注意防热、防潮。

【生产单位】 金川集团有限公司，中科铜都粉体新材料股份有限公司，吉林吉恩镍业股份有限公司，河北雄威化工股份有限公司，浙江黄岩建业化工厂，上海绿源精细化工厂，汕头西陇化工有限公司，上海光铧科技有限公司（上海新华化工厂），上海昊化化工有限公司，上海勤化化工有限公司，上海日尔化工有限公司（昆山市花桥化工厂）。

Ao037 硫酸铜

【别名】 蓝矾；胆矾

【英文名】 cupric sulfate; blue vitriol; salzburg vitriol; chalcanthite

【结构式】 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

【分子量】 249.68

【物化性质】 亮蓝色不对称三斜晶系结晶或粉末。相对密度2.284，易溶于水（0℃时，31.6g/100mL水，100℃时203.3g/100mL水），微溶于甲醇，不溶于无水乙醇。110℃失去4个结晶水，150℃以上将失去全部结晶水形成白色强烈吸湿性无水硫酸铜粉末。加热到897～934℃分解成为氧化铜（CuO）和三氧化硫。在干燥空气中慢慢风化，表面变为白色粉状物。有毒！

【质量标准】

1. 化工行业标准《电镀用硫酸铜》HG/T 3592—2010

指标名称	指标	
	优等品	一等品
硫酸铜($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)含量/% ≥	98.0	98.0
砷(As)含量/% ≤	0.0005	0.0010
铅(Pb)含量/% ≤	0.001	0.005
钙(Ca)含量/% ≤	0.0005	—
铁(Fe)含量/% ≤	0.002	0.005
钴(Co)含量/% ≤	0.0005	0.005
镍(Ni)含量/% ≤	0.0005	0.005
锌(Zn)含量/% ≤	0.001	0.005
氯化物(以Cl计)含量/% ≤	0.002	0.01
水不溶物含量/% ≤	0.005	0.01
pH值(5%溶液,20℃)	3.5～4.5	
外观	蓝色晶体或粉末	

2. 化工行业标准《饲料级硫酸铜》HG 2932—1999

指标名称	指标
	饲料级
硫酸铜(以$CuSO_4 \cdot 5H_2O$计)/% ≥	98.5
硫酸铜(以Cu计)/% ≥	25.06
水不溶物/% ≤	0.2
砷(As)/% ≤	0.0004
铅(以Pb计)/% ≤	0.001
细度(通过800μm试验筛)/% ≥	95

3. 国家标准《硫酸铜（农用）》GB 437—2009

项目	指标
硫酸铜($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)质量分数/% ≥	98.0
砷质量分数/(mg/kg) ≤	25
铅质量分数/(mg/kg) ≤	125
镉质量分数/(mg/kg) ≤	25
硫酸铜(以Cu计)/% ≥	25.06
水不溶物/% ≤	0.2
酸度(以H_2SO_4计)/% ≤	0.2

【用途】 化学工业中用于制造其他铜盐，如氰化亚铜、氯化亚铜、氧化亚铜等产品。染料工业用作生产含铜单偶氮染料，如活性艳蓝、活性紫、酞菁蓝等铜络合剂。也是有机合成、香料和染料中间体的催化剂。医药工业常直接或间接地用作收敛剂和生产异烟肼、乙胺嘧啶的辅助原料。涂料工业用于油酸铜作为船底防污漆的毒害剂。电镀工业用于硫酸盐镀铜和宽温度全光亮酸性镀铜离子添加剂。食品级用作抗微生物剂、营养增补剂。农业上用作杀虫剂及含铜农药。

【制法】

(1) 电解液回收法 废电解液（含 Cu 50～60g/L，H_2SO_4 180～200g/L）与经焙烧处理的铜泥制成细铜粉（其组成为 Cu 65%～70%、CuO 20%～30%，并含少量 Cu_2O 等）进行反应，反应液经分离沉降，清液经冷却结晶、分离、干燥，制得硫酸铜。

(2) 溶铜沉铁酸浸、化学浓缩结晶法 采用低品位氧化铜矿（CuO 3%左右）经粉碎至一定粒度，加入硫酸浸渍，添加溶铜沉铁剂（由锰、钒、铜化合物组成）直接酸浸获得铜铁比大于 100 的硫酸铜浸液，然后加入化学浓缩剂（由钙、硫化合物组成）进行化学浓缩，排走 70%～90%的水分，稍加蒸发，经冷却结晶、离心分离、风干，制得硫酸铜成品。

【安全性】

毒性及防护：铜及其盐均有毒。对皮肤有刺激作用，粉尘刺激眼睛。因此工作环境最高容许浓度规定金属铜为 1mg/m^3，每班平均为 0.5mg/m^3。空气中存在铜（Cu）及其化合物的气溶胶时，工作人员要戴口罩，防止吸入，佩戴防护镜，穿着防尘工作服，工作后要温水淋浴。

包装及贮运：内衬聚乙烯塑料袋，外套塑料编织袋或麻袋包装，每袋净重 25kg、50kg。饲料级硫酸铜使用食品级低压聚乙烯薄膜袋，外套聚丙烯编织袋包装，每袋净重 25kg。毒害品，危规编号：GB 6.1 类 61519。贮存于干燥库房中，不可与食用商品、种子、饲料共贮混运，运输时防止雨淋，防日光曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水和各种灭火器扑救。

【生产单位】 汕头西陇化工有限公司，上海光铧科技有限公司（上海新华化工厂），上海勤化化工有限公司，广东高力集团公司，温州市化学用料厂，北京益利精细化学品有限公司。

Ao038 一水硫酸锌

【英文名】 zinc sulfate monohydrate

【结构式】 $ZnSO_4 \cdot H_2O$

【分子量】 179.445

【物化性质】 白色流动性粉末。相对密度 3.28。溶于水，微溶于醇，不溶于丙酮，在空气中极易潮解。

【质量标准】

1. 化工行业标准《工业硫酸锌》HG/T 2326—2005

项目			Ⅰ类			Ⅱ类		
			优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
主含量	以 Zn 计的质量分数/%	⩾	35.70	35.34	34.61	22.51	22.06	20.92
	以 $ZnSO_4 \cdot H_2O$ 计的质量分数/%	⩾	98.0	97.0	95.0	—	—	—
	以 $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ 计的质量分数/%	⩾				99.0	97.0	92.0
不溶物的质量分数/%			0.020	0.050	0.10	0.02	0.050	0.10
pH 值(50g/L 溶液)		⩾	4.0	4.0	—	3.0	3.0	—

续表

项目		Ⅰ类			Ⅱ类		
		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
氯化物(以 Cl 计)质量分数/%	≤	0.20	0.60	—	0.20	0.60	—
铅(Pb)质量分数/%	≤	0.002	0.007	0.010	0.001	0.010	0.010
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.008	0.020	0.020	0.003	0.020	0.060
锰(Mn)质量分数/%	≤	0.01	0.03	0.05	0.005	0.10	—
镉(Cd)质量分数/%	≤	0.002	0.007	0.010	0.001	0.010	—

注：工业硫酸锌分为两种类型：Ⅰ类、Ⅱ类。Ⅰ类为一水硫酸锌，Ⅱ类为七水硫酸锌。外观：白色或微带黄色的结晶或粉末。

2. 化工行业标准《农业用硫酸锌》HG 3277—2000

项目		指标					
		一水硫酸锌			七水硫酸锌		
		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
锌(Zn)含量/%	≥	35.3	33.8	32.3	22.0	21.0	20.0
游离酸(以 H_2SO_4 计)质量分数/%	≤	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3
铅(Pb)含量/%	≤	0.002	0.010	0.015	0.002	0.005	0.010
镉(Cd)含量/%	≤	0.002	0.003	0.005	0.002	0.002	0.003
砷(As)含量/%	≤	0.002	0.005	0.010	0.002	0.005	0.007

注：农用硫酸锌按其所含结晶水分子数分为：Ⅰ类一水硫酸锌；Ⅱ类七水硫酸锌。外观：为白色或微带黄色的粉末或结晶。

3. 国家标准《饲料添加剂　硫酸锌》GB/T 25865—2010

项目			指标	
			一水硫酸锌	七水硫酸锌
锌(Zn)含量/%		≥	34.5	22.0
铅(Pb)/(mg/kg)		≤	5	5
镉(Cd)/(mg/kg)		≤	10	10
砷(As)/(mg/kg)		≤	10	10
粉碎粒度	W =250μm 试验筛通过率/%	≥	95	—
	W =800μm 试验筛通过率/%	≥	—	95

【用途】 是制造锌盐和锌钡白的原料。电解工业用于电缆镀锌及电解纯锌。还用于防止果树苗圃病害、木材及皮革保存剂及人造纤维工业。食品级用作营养增补剂(锌强化剂)。

【制法】 合成法：用硫酸与氧化锌反应后过滤，再加入锌粉置换除去杂质，经过滤、加高锰酸钾氧化，再经干燥、分离、浓缩、过滤、二次置换、压滤、筛分，制得一水硫酸锌。其反应式如下：

$$ZnO + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 \cdot H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：硫酸锌能使呼吸、消化及循环系统患病率升高。无水物及浓溶液可引起溃疡，手背部比手掌更多见。个人防护和预防措施是用 2% 的碳酸氢钠溶液洗手，用含脂性软膏涂敷。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料

编织袋包装，每袋净重 25kg 或 50kg。应贮存在干燥库房中。运输时应防雨淋、保持干燥。

【生产单位】 河北省清苑县精细氧化锌厂，柳州锌品股份有限公司，贵阳欧华化工有限公司，湖南省衡阳化工实业有限公司。

Ao039 七水硫酸锌

【别名】 锌矾；皓矾

【英文名】 zinc sulfate heptahydrate；zinc vitriol；white vitriol

【结构式】 $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$

【分子量】 287.54

【物化性质】 无色斜方晶系棱柱状结晶。相对密度 1.957，熔点 100℃，易溶于水(20℃时为 96.5g/100mL 水；100℃时为 663.6g/100mL H_2O)，微溶于醇和甘油。在干燥空气中逐渐风化，280℃时失去全部结晶水而成无水物，500℃以上分解。

【质量标准】 参见一水硫酸锌。

医药级标准：《中国药典》(1990 年版)

指标名称	指标
外观	无色透明的棱柱状细针状结晶或颗粒状结晶性粉末
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ 含量/%	99.0～103.0
酸度	符合检验
澄清度	符合检验
碱金属与碱土金属盐/(mg/kg)	5
铅盐/%　≤	0.0010
铝、铁、铜盐与其他重金属	符合检验

【用途】 主要用于人造纤维凝固液。在印染工业用作媒染剂、凡拉明蓝盐染色的抗碱剂，是制造无机颜料（如锌钡白）、其他锌盐（如硬脂酸锌、碱式碳酸锌）和含锌催化剂的主要原料。用作木材及皮革保存剂、骨胶澄清及保存剂。医药工业用作催吐剂，还可用于防止果树苗圃的病害和制造电缆以及锌微肥等方面。食品级产品可用作营养增补剂（锌强化剂）等。

【制法】 合成法：反应器中先加入以 18%硫酸溶解锌渣的稀溶液，在搅拌下加入氧化锌（或含锌原料）调成浆状。然后加入硫酸，在带搅拌的耐酸反应器中进行反应，控制 pH5.1 即为反应终点，浓度约 38°Bé。反应液经过滤，滤液加热至 80℃，加入锌粉将铜、镉、镍等置换出来，再经过滤，滤液加热至 80℃以上，加入高锰酸钾（或漂白粉）并加热至沸，将铁、锰等杂质氧化，过滤后滤液先经澄清，然后蒸发至 49～52°Bé，经冷却结晶、离心脱水、干燥，制得七水硫酸锌。其反应式如下：

$$ZnO + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见一水硫酸锌。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋包装，每袋净重 50kg。应贮存在干燥、通风的库房中。运输时需带遮盖物，防止日晒和雨淋，注意防潮。不可与食用品共贮混运，勿与潮湿物品和其他有色的原料混合堆置。运输工具必须干燥、清洁。失火时，可用水浇救。

【生产单位】 柳州锌品股份有限公司，河北省清苑县精细氧化锌厂，株洲金程实业有限公司，贵阳欧华化工有限公司，河北蓝天立德粉有限公司，华兴冶化实业有限公司，云南马龙万企化工有限公司。

Ao040 硫酸镉

【英文名】 cadmium sulfate

【结构式】 $3CdSO_4 \cdot 8H_2O$

【分子量】 769.53

【物化性质】 无色单斜结晶，无气味。相对密度 3.09，熔点（转化点）41.5℃。溶于水（0℃时 113g/100mL 水），不溶于乙醇、醋酸和乙醚。易风化，剧毒！

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
镉(Cd)/% ≥	18
镉与锌之比	(6.5∶1)～(7∶1)
酸碱度	用刚果红试纸测定不变色
外观	无明显析出物

【用途】 化学分析中用作马氏试砷法的催化剂，以检测硫化氢和反丁烯二酸；也用于制造标准镉元素。医药上用作角膜炎等洗眼水中的防腐剂和收敛剂，塑料工业用作聚氯乙烯的防老剂，电池工业用作镉电池、韦斯顿电池和其他标准电池的电解质，化肥工业用于镉肥生产。此外还用于制造其他镉盐等。

【制法】

(1) 金属镉法　将金属镉、蒸馏水和硫酸加入反应器，再缓慢加入30% H_2O_2 进行反应，生成的硫酸镉经过滤、浓缩结晶，再离心分离、干燥，制得硫酸镉。其反应式如下：

$$Cd + H_2SO_4 + H_2O_2 \longrightarrow CdSO_4 + 2H_2O$$

(2) 含镉锌废渣法　将含镉锌粉废渣经硫酸溶解除去杂质，再过滤，滤液经浓缩、结晶、离心脱水，制得硫酸镉成品。其反应式如下：

$$Cd + H_2SO_4 \longrightarrow CdSO_4 + H_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：属剧毒物，其粉尘或烟尘引起中毒，表现为呼吸器官、消化系统和神经系统出现障碍。工作人员操作时要使用带强制送空气的软管式防毒面具、防护眼镜。要穿戴用光滑织品做的无缝长工作服或连衫裤，戴橡皮手套及围裙。工作期间不得进食和吸烟，工作后漱口和淋浴。其他参见氧化镉。车间内应防粉尘扩散，全部熔化设备上应设局部抽风。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的木桶包装，每桶净重60kg。应贮存在阴凉、干燥的库房内。装卸时轻拿轻放，防止破包。不可与食用物品共贮混运。

【生产单位】 汕头西陇化工有限公司，广州化学试剂厂，上海光铧科技有限公司（上海新华化工厂），温州市化学用料厂，西安化学试剂厂，重庆化学试剂总厂（重庆西南食品添加剂厂），河北雄威化工股份有限公司。

Ao041 硫酸汞

【英文名】 mercuric sulfate

【结构式】 $HgSO_4$

【分子量】 296.7

【物化性质】 白色颗粒或结晶性粉末。相对密度6.47（20℃），沸点310℃，分解温度450℃，引燃温度>450℃。遇热分解而变黄，继而变褐色，但经冷却后又再成白色，遇强热即分解。在少量水中变成一水物，但在大量的水中，特别是加热时，则分解成硫酸和碱式盐。溶于盐酸、热稀酸和浓的氯化钠溶液，不溶于丙酮和氨水。

【质量标准】

1. 参考标准

指标名称	指标
$HgSO_4$含量/% ≥	98.0
还原后的残渣/% ≤	0.02
氯化物(Cl^-)/% ≤	0.003
硝酸盐(NO_3^-)/% ≤	通过试验(限0.005以下)
铁(Fe)/% ≤	0.005
亚汞(以Hg计)/% ≤	0.15

2. 企业标准 Q/（HG）SJ 033—91

项　目	分析纯(AR)	化学纯(CP)
$HgSO_4$含量/%	≥99.5	99.0
溶解试验	合格	合格
灼烧残渣(以硫酸盐计)/% ≤	0.04	0.06
氯化物(Cl^-)/% ≤	0.002	0.004
硝酸盐(NO_3^-)/% ≤	0.006	0.01
铁(Fe)/% ≤	0.0005	0.001
亚汞盐(Hg)/% ≤	0.01	0.2

【用途】 用于从黄铜矿中提取黄金及白银，用于乙炔制乙醛的催化剂。电池电解液，通用试剂，用于巴比妥及胱氨酸测定，也用于制药工业。

【制法】 由氧化汞黄和硫酸溶液反应，经蒸发浓缩、冷却、过滤，制得硫酸汞。其反应式如下：

$$HgO + H_2SO_4 \longrightarrow HgSO_4 + H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：高毒，大鼠经口 LD_{50}：57mg/kg。应使吸入蒸气的患者脱离污染区，安置休息并保暖。眼睛受刺激用水冲洗 15min，严重者就医诊治。皮肤接触先用水冲洗，再用肥皂彻底洗涤。误服立即漱口，并送医院救治。

包装及贮运：用玻璃瓶装，每瓶净重 500g。集中于木箱内衬垫料。危规编号：毒害品，GB 6.1 类，61509；UN No.1645；IMDG CODE 6187 页。贮存于阴凉、通风的仓库内，密闭贮存。与食用原料隔离贮运。搬运时轻装轻卸，防止容器受损。失火时，用水、砂土、二氧化碳灭火器扑救，但消防人员应穿戴防护用品和防毒面具。

【生产单位】 上海试四赫维化工有限公司，北京北化精细化学品有限责任公司（北京化工厂），贵州省铜仁化学试剂厂（贵州省铜仁制药厂）。

Ao042 硫酸亚锡

【英文名】 stannous sulfate；tin sulphate

【结构式】 $SnSO_4$

【分子量】 214.75

【物化性质】 白色或浅黄色结晶性粉末。溶于水，35℃时溶解度为 33g/100mL 水。360℃时分解失去二氧化硫。溶于稀硫酸，在空气中慢慢氧化成四价锡盐，酸性溶液稳定。

【质量标准】 化工行业标准《工业硫酸亚锡》GB/T 23839—2009

项目			质量分数/%	
			Ⅰ型	Ⅱ型
锡	以锡(Sn)计	≥	54.7	—
	以硫酸亚锡($SnSO_4$)计	≥	99.0	99.0
氯化物(以 Cl^- 计)		≤	0.005	—
酸不溶物		≤	0.005	—
碱金属或碱土金属硫酸盐		≤	0.1	—
铅(Pb)		≤	0.02	0.02
锑(Sb)		≤	0.01	0.05
砷(As)		≤	0.001	0.001
铁(Fe)		≤	0.005	0.005

注：产品外观：工业硫酸亚锡为白色结晶或粉末。

【用途】 电镀工业用作电镀液，印染工业用作媒染剂，也用作化学分析试剂等。

【制法】 合成法：将氯化亚锡溶于盐酸，加水稀释，加入碳酸钠至溶液呈碱性为止。再加硫酸进行反应，经蒸发结晶、过滤、干燥，制得硫酸亚锡。其反应式如下：

$$SnCl_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaCl + CO_2 + SnO\downarrow$$

$$SnO + H_2SO_4 \longrightarrow SnSO_4 + H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：尘埃多时要使用防毒口罩，注意保护皮肤。生产时操作人员要穿戴劳保防护用具，同时要通风良好。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重 50kg。应贮存在阴凉、干燥的库房中，注意防潮，密封保存。运输过程中应防止雨淋，不可与食用物品共贮混运。

【生产单位】 云南锡业集团有限责任公司，精细化学品集团有限公司，柳州华锡集团有限责任公司，浙江黄岩建业化工厂，黄岩精细化学品集团有限公司，云南锡业公司，高力集团（广东高力实业，广东高力表面技术）。

Ao043 硫酸铅

【别名】 铅矾

【英文名】 lead sulfate；anglesite

【结构式】 $PbSO_4$

【分子量】 303.26

【物化性质】 白色单斜或斜方晶系结晶。相对密度 6.2，熔点 1170℃。难溶于水（25℃ 时 0.00025g/100mL 水，40℃ 时 0.0056g/100mL 水），溶于铵盐，微溶于热水、浓硫酸，不溶于酸。有毒！

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
硫酸铅($PbSO_4$)/% ≥	98
外观	白色粉末

【用途】 用以制取金属铅及其化合物，也用于制造蓄电池、白色颜料、铅丹、快干漆。在草酸生产中用作催化剂，还用于石印术、纤维的增重剂等方面。

【制法】 氧化铅硫酸法：将氧化铅用水调成浆，然后加入补充水和少量醋酸，在搅拌下加硫酸进行反应，经洗涤、干燥、粉碎，制得硫酸铅成品。其反应式如下：

$$PbO+H_2SO_4 \xrightarrow{\text{醋酸}} PbSO_4+H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：铅及其化合物对所有生物都有毒性作用。特别能使神经系统、血液、血管发生变化。铅及其无机化合物最大容许浓度为 0.01mg/m^3，工作时平均浓度为 0.007mg/m^3，操作人员应戴口罩。蒸气浓度高时，使用过滤式防毒面具强制供给新鲜空气。工作时间在工作场所禁止进食、吸烟。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶或木桶包装，或用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每桶（袋）净重 40kg、50kg。含游离酸＞30％属酸性腐蚀品。危规编号：GB 8.1 类。UN No.1974；IMDG CODE 8189 页，8.1 类。贮存于通风、干燥的库房中，不可与食用物品共贮混运。失火时，可用水或各种灭火器扑救。

【生产单位】 广州化学试剂厂，温州市化学用料厂，上海日尔化工有限公司（昆山市花桥化工厂），河北省晋州市化学染料实业总公司，鸡西市化工二厂。

Ao044 亚硫酸铵

【英文名】 ammonium sulfite

【结构式】 $(NH_4)_2SO_3 \cdot H_2O$(固体)；$(NH_4)_2SO_3$(液体)

【分子量】 134.15(固体)；116.014(液体)

【物化性质】 无色单斜晶系结晶。相对密度 1.41（25℃），溶于水（0℃ 时 32.4g/100mL 水；100℃时 60.4g/100mL 水），其水溶液呈碱性，微溶于醇，不溶于丙酮和二硫化碳。在空气中易氧化，在 60～70℃时分解。

【质量标准】 化工行业标准《工业用亚硫酸铵》HG/T 2784—2012

项　目	指标	
	一等品	合格品
外观	白色或淡黄色液体	
一水亚硫酸铵的质量分数/% ≥	90.0	85.0
亚硫酸氢铵或碳酸氢铵的质量分数/% ≤	0.5	1.0
硫酸铵的质量分数/% ≤	5.0	7.0

【用途】 主要用于造纸工业，其次用作生产快速显影液硫代硫酸铵的原料，用于有机合成作还原剂、磺化剂。是日用化学品卷发液的生产原料。

【制法】

工业生产一般是用水或母液或氨水吸收制硫酸尾气中的二氧化硫或焚硫烟气中的二氧化硫制取亚硫酸氢铵，再加入氨水或碳酸氢铵中和反应制得。

（1）氨水法 将氨水配制成一定密度

和碱度的溶液，循环吸收制硫酸尾气或焚硫烟气中的二氧化硫，制得亚硫酸氢铵溶液，当吸收液相对密度达到 1.30～1.32 时送入中和器，再加入氨水中和反应至终点，经离心分离、干燥，制得亚硫酸铵成品，其反应式如下：

$$SO_2 + NH_4OH \longrightarrow NH_4HSO_3$$

$$NH_4HSO_3 + NH_4OH \longrightarrow (NH_4)_2SO_3 \cdot H_2O$$

(2) 碳酸氢铵法　用母液或氨水吸收溶液吸收制硫酸尾气中的二氧化硫，制得亚硫酸氢铵溶液，当吸收液相对密度达到 1.30～1.32 时送入中和器，再加入碳酸氢铵中和反应至终点，经离心分离、干燥，制得亚硫酸铵成品，其反应式如下：

$$SO_2 + NH_4OH \longrightarrow NH_4HSO_3$$

$$NH_4HSO_3 + NH_4HCO_3 \longrightarrow (NH_4)_2SO_3 \cdot H_2O + CO_2 \uparrow$$

【安全性】　用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋包装，每袋净重 50kg，内袋用细绳扎口或热合封口。应贮存在阴凉、干燥的库房中。因本品易氧化、受潮，故贮存时间不宜太长。运输时应防雨淋和日光曝晒。装卸时应小心轻放，以防包装破损。

【生产单位】　北京恒业中远化工有限公司，河北省沧州市亚硫酸铵厂，河北省赵州化工集团公司，沁阳市化肥厂，开封黄河化肥化工（集团）有限公司，山东新华医药集团淄博制酸有限责任公司，太原化学工业集团有限公司硫酸厂，甘肃武威化工集团有限责任公司，四川银山化工（集团）股份有限公司，汝阳县化肥厂，山东莱芜硫酸厂，西安硫酸厂。

Ao045 亚硫酸铵溶液

【英文名】　ammonium sulfite solution

【结构式】　$(NH_4)_2SO_3 \cdot H_2O$

【分子量】　134.15

【物化性质】　白色或淡黄色溶液，受热分解。饱和溶液相对密度 1.1995（20℃），呈碱性，对钢铁腐蚀性强。

【质量标准】　化工行业标准《工业用亚硫酸铵》HG/T 2784—2012

项　　目	指标	
	一等品	合格品
外观	白色或淡黄色液体	
一水亚硫酸铵的质量分数/%　≥	90.0	85.0
亚硫酸氢铵或碳酸氢铵的质量分数/%　≤	0.5	1.0
硫酸铵的质量分数/%　≤	5.0	7.0

【用途】　参见亚硫酸铵。

【制法】　吸收法：用水或循环母液吸收制硫酸尾气中的二氧化硫，再与氨（或氨水）反应，制得液体亚硫酸铵。其反应式如下：$2NH_3 + SO_2 + H_2O \longrightarrow (NH_4)_2SO_3$

【安全性】　用汽车或槽车装运，汽车装运量 3～5t，槽车为 50t。因本产品中所含亚硫酸铵对钢铁腐蚀很快，故盛装容器最好是铝罐或聚乙烯塑料罐。

【生产单位】　四川化工总厂，四川邛崃县磷肥厂，河北省沧州市亚硫酸铵厂，沁阳市化肥厂，开封黄河化肥化工（集团）有限公司，太原化学工业集团有限公司硫酸厂，西安硫酸厂，福州一化化工有限公司。

Ao046 亚硫酸氢铵溶液

【英文名】　ammonium bisulfite solution

【结构式】　NH_4HSO_3

【分子量】　99.10

【物化性质】　黄褐色液体，略有二氧化硫气味。相对密度（50%溶液）1.3，既能与酸作用，也能和碱作用。在空气中易被氧化，遇热分解并放出二氧化硫。

【质量标准】　化工行业标准《工业用亚硫酸氢铵》HG/T 2785—2012

指标名称	指标		
	高浓度	中浓度	低浓度
外观	淡黄色透明液体		
亚硫酸氢铵与亚硫酸铵的质量分数总和/% ≥	60.0	57.0	54.0
亚硫酸氢铵与亚硫酸铵的质量分数比值 ≥	2.5	2.5	2.5
硫代硫酸铵质量分数/% ≤	0.08	0.08	0.08
氯离子的质量分数/% ≤	0.8	0.8	0.8

【用途】 用作制取液态二氧化硫（100% SO_2）、保险粉（$Na_2S_2O_4$）、吊白块（$NaHSO_2 \cdot CH_2O \cdot 2H_2O$）的原料。制药工业用作还原剂。

【制法】 吸收法：通过两个填料塔，用氨水依次吸收接触法硫酸生产的尾气，制得亚硫酸氢铵溶液。其反应式如下：

$$2(NH_3 \cdot H_2O)+SO_2 \longrightarrow (NH_4)_2SO_3+H_2O$$

$$(NH_4)_2SO_3+SO_2+H_2O \longrightarrow 2NH_4HSO_3$$

【安全性】 用内衬橡胶的钢制槽车装运，酸性腐蚀品。危规编号：GB 8.1 类 81510。UN No. 2693；IMDG CODE 8126 页，8.1 类。应贮存在阴凉干燥的库房中，容器必须密封，防止接触空气而被氧化，不可与酸类或碱类共贮混运。失火时，可用水、砂土和灭火器等扑救。

【生产单位】 上海硫酸厂，山东新华医药集团，开封黄河化肥化工（集团）有限公司，天津津南区旺达化工厂，上海吴泾化工有限公司，西安硫酸厂。

Ao047 亚硫酸氢钠

【别名】 酸式亚硫酸钠

【英文名】 sodium bisulfite; sodium acid sulfite

【结构式】 $NaHSO_3$

【分子量】 104.06

【物化性质】 白色单斜晶系结晶，有二氧化硫气味，相对密度 1.48。暴露于空气中极易氧化，易溶于水，微溶于乙醇。其水溶液（1%）的 pH 值为 4.0～5.5，受热分解，呈强还原性。

【质量标准】 化工行业标准《工业亚硫酸氢钠》HG/T 3814—2006

项　　目	指标
主含量(以 SO_2 计)质量分数/%	64.0～67.0
水不溶物质量分数/% ≤	0.03
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/% ≤	0.05
铁(以 Fe 计)质量分数/% ≤	0.004
砷(以 As 计)质量分数/% ≤	0.0002
重金属(以 Pb 计)质量分数/% ≤	0.001
pH 值(50g/L 溶液)	4.0～5.0
外观	工业亚硫酸氢钠为白色晶体粉末

注：市售工业品一般为 34%溶液。

【用途】 用于棉织物及有机物的漂白。在染料、造纸、制革、化学合成等工业中用作还原剂。医药工业用于生产安乃近和氨基比林的中间体。食用级产品用作漂白剂、防腐剂、抗氧化剂。

【制法】 吸收法：用纯碱溶液吸收制硫酸尾气中的二氧化硫生成亚硫酸氢钠，经离心分离，在 250～300℃进行气流干燥，制得亚硫酸氢钠。其反应式如下：

$$Na_2CO_3+2SO_2+H_2O \longrightarrow 2NaHSO_3+CO_2\uparrow$$

【安全性】 用聚乙烯塑料罐包装，每罐净重 60kg。应贮存于阴凉、干燥的库房中。容器必须密封，防止被空气氧化或受潮变质。不可与氧化剂、强酸类共贮混运。运输时要防雨淋和日光曝晒。失火时，可用水及各种灭火器扑救。

【生产单位】 天津惠中化学有限公司，天津市云海化工有限责任公司，上海市嘉定区马陆化工厂，汕头西陇化工有限公司，宜兴市凯利达化学有限公司，宜兴市化学试剂厂，安达化工总厂，西安化学试剂厂。

Ao048 无水亚硫酸钠

【别名】 硫氧

【英文名】 sodium sulfite anhydrous

【结构式】 Na_2SO_3

【分子量】 126.04

【物化性质】 白色粉末或六方棱柱形结晶。相对密度 $d^{15.4}$ 2.633。溶于水，水溶液呈碱性，微溶于醇。不溶于液氯、氨。为强还原剂，与二氧化硫作用生成亚硫酸氢钠，与强酸反应生成相应的盐并放出二氧化硫。

【质量标准】 化工行业标准《工业无水亚硫酸钠》HG/T 2967—2010

指标名称		指标		
		优等品	一等品	合格品
亚硫酸钠(Na_2SO_3)/%	⩾	97.0	93.0	90.0
铁(Fe)/%	⩽	0.003	0.005	0.02
水不溶物/%	⩽	0.02	0.03	0.05
游离碱(以 Na_2CO_3 计)/%	⩽	0.10	0.40	0.60
硫酸盐(以 Na_2SO_4 计)/%	⩽	2.5	—	—
氯化物(以 NaCl 计)/%	⩽	0.10	—	—
外观		白色结晶粉末		

【用途】 印染工业作为脱氧剂和漂白剂，用于各种棉织物的煮炼，可防止棉布纤维局部氧化而影响纤维强度，并提高煮炼物的白度。感光工业用作显影剂。有机工业用作间苯二胺、2,5-二氯吡唑酮、蒽醌-1-磺酸、1-氨基蒽醌、氨基水杨酸钠等生产的还原剂，可防止反应过程中半成品的氧化。造纸工业用作木质素脱除剂，纺织工业用作人造纤维的稳定剂，电子工业用于制造光敏电阻，水处理工业用于电镀废水、饮用水的处理。

【制法】 纯碱液吸收法：将硫黄燃烧得到的含二氧化硫气从吸收塔底部通入，与纯碱溶液进行逆流吸收，生成亚硫酸氢钠溶液送至中和槽，缓慢加入纯碱溶液进行中和反应至微酸性。然后加入烧碱溶液，使溶液 pH 值达 11～12，经脱色、过滤，澄清液经蒸发结晶、离心脱水、250～300℃下气流干燥，制得无水亚硫酸钠成品。其反应式如下：

$$S+O_2 \longrightarrow SO_2$$

$$Na_2CO_3+SO_2 \longrightarrow Na_2SO_3+CO_2\uparrow$$

$$Na_2SO_3+SO_2+H_2O \longrightarrow 2NaHSO_3$$

$$NaHSO_3+NaOH \longrightarrow Na_2SO_3+H_2O$$

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋、中间为双层牛皮纸的塑料编织袋或胶袋包装，内袋扎口或热合，外袋牢固缝口，每袋净重25kg或50kg。应贮存在阴凉、干燥的库房中。包装必须密封，勿与空气接触，防止受潮变质。不可与氧化剂、强酸类物品及有害有毒物质共贮混运。本品有潮解性，不宜久贮。运输时要防雨淋和日光曝晒。失火时，可用水和各种灭火器扑救。

【生产单位】 湖南中成化工有限公司，上海光铧科技有限公司（上海新华化工厂），汕头西陇化工有限公司，上海硫酸厂，北京恒业中远化工有限公司，南京晶美化学有限公司，江苏省连云港市硫酸厂，锦州磷酸盐化工厂，重庆光明化工厂。

Ao049 食用无水亚硫酸钠

【英文名】 sodium sulfite anhydrous，for food

【结构式】 Na_2SO_3

【分子量】 126.04

【物化性质】 参见无水亚硫酸钠。

【质量标准】 国家标准《食品添加剂 无水亚硫酸钠》GB 1894—2005

项　　目		指标
亚硫酸钠(Na_2SO_3)/%	≥	96.0
铁(Fe)/%	≤	0.01
游离碱(以 Na_2CO_3 计)/%	≤	0.60
重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.001
砷(As)/%	≤	0.0002
澄清度		通过试验

注：重金属（以 Pb 计）的质量分数和砷（As）的质量分数为强制性要求。产品外观：白色结晶粉末。

【用途】 食品工业用作漂白剂、防腐剂、疏松剂、抗氧化剂。也用于医药合成，生产脱水蔬菜时用作还原剂。

【制法】 吸收法：用食品级纯碱溶液吸收二氧化硫，使其饱和后再加入精制氢氧化钠溶液，经晶析制得结晶亚硫酸钠，再经加热脱水，制得食用无水亚硫酸钠。

【安全性】

毒性及防护：毒性及用量 LD_{50}（小白鼠静脉注射）：175mg/kg（以 SO_2 计）。经大白鼠 1～2 年试验，饲料中含量为 3.07×10^{-4}（以 SO_2 计）以下不呈现毒性作用，但含量加至 6.15×10^{-4}（以 SO_2 计）时发生多发性神经炎与骨髓萎缩等症状，对成长有抑制作用。

包装及贮运：参见无水亚硫酸钠。

【生产单位】 上海硫酸厂，长沙市湘岳化工有限责任公司，南京梅山化工厂，湖南中成化工有限公司。

Ao050 焦亚硫酸钠

【别名】 重硫氧

【英文名】 sodium pyrosulfite；sodium metabisulfite

【结构式】 $Na_2S_2O_5$

【分子量】 190.10

【物化性质】 白色或微黄色结晶粉末。相对密度 1.4，溶于水（20℃时为 54g/100mL 水；100℃时为 81.7g/100mL 水），水溶液呈酸性，溶于甘油，微溶于乙醇。受潮易分解，露置于空气中易氧化成硫酸钠。与强酸接触放出二氧化硫而生成相应的盐类，加热到 150℃分解。

【质量标准】 化工行业标准《工业焦亚硫酸钠》HG/T 2826—2008

指标名称		指标	
		优等品	一等品
主含量(以 $Na_2S_2O_5$ 计)/%	≥	96.5	95.0
水不溶物含量/%	≤	0.05	0.05
铁(以 Fe 计)含量/%	≤	0.005	0.010
砷(以 As 计)/%	≤	0.0001	—

注：工业焦亚硫酸钠外观为白色或微黄色结晶粉末。

【用途】 医药工业用于生产氯仿、苯丙砜和苯甲醛，橡胶工业用作凝固剂，印染工业用作棉布漂白后的脱氯剂、棉布煮炼助剂。制革工业用于皮革处理，能使皮革柔软、丰满、坚韧，具有防水、抗折、耐磨等性能。化学工业用于生产羟基香草醛、盐酸羟胺等。感光工业用作显影剂等。

【制法】 吸收法：用纯碱溶液吸收二氧化硫，经分离、干燥，制得焦亚硫酸钠。其反应式如下：

$$S+O_2 \longrightarrow SO_2$$

$$Na_2CO_3+2SO_2+H_2O \longrightarrow 2NaHSO_3+CO_2$$

$$2NaHSO_3 \longrightarrow Na_2S_2O_5+H_2O$$

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重 25kg 或 50kg。应贮存于阴凉、干燥的库房中。包装密封，应防被空气氧化，注意防潮。运输时应防雨淋和日光曝晒。严禁与酸类、氧化剂和有害有毒物质共贮混运，本品不宜久贮。装卸时要轻拿轻放、防止包装破裂。失火

时，可用水和各种灭火器扑救。

【生产单位】 湖南中成化工有限公司，上海市嘉定区马陆化工厂，广东中成化工有限公司，长沙市湘岳化工有限责任公司，南京梅山化工厂，湖州大中化工试剂有限公司，湖南长沙蓝天化工实业有限公司，石家庄凯发化工医药有限公司。

Ao051 食用焦亚硫酸钠

【英文名】 sodium pyrosulfite for food

【结构式】 $Na_2S_2O_5$

【分子量】 190.10

【物化性质】 白色粒状粉末。1%水溶液的 pH 值为 4.0～5.5，与亚硫酸氢钠呈可逆反应。其他参见焦亚硫酸钠。

【质量标准】 国家标准《食品添加剂 焦亚硫酸钠》GB 1893—2008

项　　目		指标
主含量(以 $Na_2S_2O_5$ 计)质量分数/%	≥	96.5
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.003
澄清度		通过试验
砷(As)质量分数/%	≤	0.0001
重金属(以 Pb 计)质量分数/%	≤	0.0005

注：产品的外观为白色或微黄色结晶粉末。

【用途】 食品工业用作漂白剂、防腐剂、疏松剂、抗氧化剂、护色剂及保鲜剂。

【制法】 吸收法：用食品级纯碱溶液吸收二氧化硫生成焦亚硫酸钠，经精制除杂、过滤、干燥，制得食用级焦亚硫酸钠。其反应式如下：

$$Na_2CO_3+2SO_2+H_2O \longrightarrow 2NaHSO_3+CO_2$$

$$2NaHSO_3 \longrightarrow Na_2S_2O_5+H_2O$$

【安全性】

毒性及用量：按我国 GB 2760—2014 规定：作防腐剂用于果酒中，最大使用量 0.25g/kg；作漂白剂用于葡萄糖、食糖、竹笋、蘑菇等中，不得超过 0.45g/kg；残余量（以二氧化硫计）：竹笋、蘑菇中不得超过 0.025g/kg，果酒、食糖中不得超过 0.05g/kg，其他品种中不得超过 0.1g/kg。

包装及贮运：用内衬食品用聚乙烯塑料袋的塑料编织袋或桶包装，每袋（桶）净重 25kg 或 50kg。贮运参见焦亚硫酸钠。

【生产单位】 上海市嘉定区马陆化工厂，湖南中成化工有限公司，长沙市湘岳化工有限责任公司，山东新华医药集团，上海硫酸厂。

Ao052 食用焦亚硫酸钾

【英文名】 potassium metabisulfite for food; potassium pyrosulfite for food

【结构式】 $K_2S_2O_5$

【分子量】 222.31

【物化性质】 无色单斜片晶或白色结晶性颗粒。相对密度 2.34，有二氧化硫气味，加热到 190℃ 时分解。溶于水，微溶于醇，不溶于乙醚，遇酸分解生成二氧化硫。

【质量标准】 国家标准《食品添加剂 焦亚硫酸钾》GB 25570—2010

项　　目		指标
焦亚硫酸钾($K_2S_2O_5$)质量分数/%	≥	93.0
铁(Fe)/(mg/kg)	≤	10
澄清度		通过试验
砷(As)/(mg/kg)	≤	2
重金属(以 Pb 计)/(mg/kg)	≤	5
铅(Pb)/(mg/kg)	≤	2
硒(Se)/(mg/kg)	≤	5

注：产品外观为白色或微黄色结晶粉末。

【用途】 用作食品漂白剂、保存剂和抗氧化剂。

【制法】

（1）湿法　将硫酸氢钾配制成 45°Bé 水溶液加入反应器中，在 80℃通入二氧化硫进行反应，使溶液浓度达 41～42°Bé。加入除砷剂和除重金属剂进行溶液净化过

滤，将此滤液进行冷却，在20℃以下进行结晶。经离心分离并干燥后，制得食用焦亚硫酸钾成品。

（2）亚硫酸氢钾法　将食用级亚硫酸氢钾加热脱水，制得食用焦亚硫酸钾成品，其反应式如下：

$$2KHSO_3 \longrightarrow K_2S_2O_5 + H_2O$$

【安全性】

毒性及用量：按我国GB 2760—2014规定，作为防腐剂可用于葡萄酒，果酒最大使用量为0.25g/kg。二氧化硫残留量不得超过0.05g/kg。

包装及贮运：用内衬食品用聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重25kg。应贮存在阴凉、通风、干燥、清洁的库房中，注意防潮，不得与酸类、氧化剂及有毒物品共贮混运。运输时应防雨淋和烈日曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】　北京恒业中远化工有限公司，南京梅山化工厂。

Ao053 连二亚硫酸钠

【别名】　保险粉

【英文名】　sodium dithionite；sodium hydrosulfite

【结构式】　$Na_2S_2O_4 \cdot 2H_2O$

【分子量】　210.13

【物化性质】　白色结晶粉末。极易溶于水，不溶于醇，相对密度2.3～2.4（表观密度1.2～1.3g/cm^3）。在水溶液中不稳定，水解可产生氢，受潮则分解发热并易引起燃烧。加热到75℃以上分解，放热并放出二氧化硫，250℃时能自燃。具有强还原性，在空气中能氧化成亚硫酸氢钠和硫酸氢钠，是一种强还原剂。由于无水连二亚硫酸钠的性质很不稳定，通常成品中加入一定量的稳定剂。

【质量标准】　化工行业标准HG 2074—2011

项　目	指标		
	优级品	一级品	合格品
外观	白色结晶粉末		
保险粉质量分数/%　≥	90.0	88.0	85.0
气味	无气味或有二氧化硫气味		
溶解状态	溶于中性甲醛溶液时，澄清或微浊		

【用途】　广泛用于印染工业，如棉织物助染剂和丝毛织物的漂白。还用于医药、选矿、铜版印刷，造纸工业用作漂白剂等。食品级产品用作漂白剂、防腐剂、抗氧化剂。

【制法】　工业生产方法有锌粉法和甲酸钠法。前者产品纯度较高，但投资较大，生产流程较长。后者产品纯度较锌粉法稍低，但投资较少，生产流程较短。

（1）锌粉法　是最广泛采用的工业方法，将99.9%的二氧化硫通入锌粉的水悬浮液中，于35～45℃进行反应，生成连二亚硫酸锌溶液，然后加入烧碱溶液，在冷却搅拌下于28～35℃下进行复分解反应，生成连二亚硫酸钠和氢氧化锌悬浮液。经过滤，在冷却搅拌下加入一定量的精盐进行盐析，反应温度由36℃逐渐降至20℃以下经静置后，加热至58～60℃脱水，再加乙醇醇洗，经干燥，加一定量纯碱后制得连二亚硫酸钠成品。其反应式如下：

$$Zn + 2SO_2 \longrightarrow ZnS_2O_4$$

$$ZnS_2O_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2S_2O_4 + Zn(OH)_2$$

（2）甲酸钠法　在搅拌下，于75℃将甲酸钠和纯碱（或烧碱）加入醇水溶液中，通入99.9%二氧化硫进行反应，然后冷却至45～55℃。经过滤、乙醇洗涤、重结晶、分离、干燥，制得连二亚硫酸钠成品。其反应式如下：

$$2HCOONa + Na_2CO_3 + 4SO_2 \longrightarrow 2Na_2S_2O_4 + H_2O + 3CO_2$$

【安全性】

毒性及用量：食品级产品按国家标准 GB 2760—2014 规定：作漂白剂用于食糖、糖果、饼干、罐头、竹笋、蘑菇等，用量为 0.4g/kg。残留量参见无水亚硫酸钠。

包装及贮运：用内衬有聚乙烯塑料袋（塑料袋应双扎口）、封口严密的加盖铁桶包装，铁皮厚度不小于 0.7mm，每桶净重 50kg。属二级遇水燃烧物品，危规编号：GB 4.2 类 42012。UN No.1384。IMDG CODE 4262 页，4.2 类（国内按 4.3 类 43041 处理）。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中。防潮湿，防日光直接照射，远离火源，不得与水或水蒸气相接触，不得与氧化剂或其他易燃物品共贮混运。用后立即将口扎好，加盖，妥善保存。失火时，不得用水，需采用砂土、二氧化碳灭火器扑救。

【生产单位】 湖南中成化工有限公司，长沙市湘岳化工有限责任公司，汕头西陇化工有限公司，上海捷晶化工有限公司，中山市同乐化工公司，山东省淄川北旺化工厂，广东中成化工有限公司。

Ao054 连二亚硫酸锌

【别名】 次硫酸锌

【英文名】 zinc dithionite；zinc hydrosulfite

【结构式】 ZnS_2O_4

【分子量】 193.50

【物化性质】 白色细针状斜方晶系结晶粉末。有二氧化硫气味，易溶于水和氨，在热水中分解。具有强还原性，露置于空气中易分解，放出二氧化硫而失去还原力。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
连二亚硫酸锌(ZnS_2O_4)/%	86～87

【用途】 用于木材、纸浆、织物、植物油、麻、动物胶、黏土和高岭土的漂白。还用于甜菜和蔗糖溶液的处理。采矿工业用作浮选剂等。

【制法】 锌粉法：将锌粉先用水或乙醇配成悬浮液，在搅拌下通入二氧化硫反应，制得连二亚硫酸锌成品。其反应式如下：

$$SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$$

$$Zn + 2H_2SO_3 \longrightarrow ZnS_2O_4 + 2H_2O$$

【安全性】 内衬聚乙烯塑料袋，外用铁桶包装，每桶净重 50kg。包装应保持完整、密封。遇湿易燃品。危规编号：GB 4.3 类 43508。UN No.1931。IMDG CODE 9037 页，9 类。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中。禁止与氧化剂及易燃物品共贮混运。运输时要防雨淋，防日光曝晒。失火时，用砂土和二氧化碳灭火器扑救，但不可用水。

【生产单位】 长沙市湘岳化工有限责任公司，吉林化学工业公司精细化工厂。

Ao055 次硫酸氢钠甲醛

【别名】 吊白块；雕白粉；甲醛合次硫酸氢钠

【英文名】 sodium sulfoxylate formaldehyde；sodium formaldehyde sulfoxylate；rongalite

【结构式】 $NaHSO_2 \cdot CH_2O \cdot 2H_2O$

【分子量】 154.11

【物化性质】 半透明白色斜方晶系结晶或小块。表观密度 1.80～1.85g/cm^3。易溶于水，微溶于醇。高温下具有极强的还原性，能使所染之色消失，故有吊白块之称。遇酸即分解，120℃下分解产生甲醛、硫化氢等有毒气体。无水吊白块很稳定，但在潮湿空气中会逐渐分解。水溶液在 60℃以上开始分解，稀溶液比浓溶液分解快得多。

【质量标准】 化工行业标准《次硫酸氢钠甲醛》HG/T 2281—2014

项　　目	指　　标
外观	白色块状或粉末或颗粒
次硫酸氢钠甲醛含量(质量分数)/%	98.00
溶解状态	溶于水时,澄清或微浊
硫化物	不得呈黑色
气味	无气味或少许韭菜气味

【用途】 印染工业用作拔染剂和还原剂，生产靛蓝染料、还原染料等。还用于合成橡胶、制糖以及乙烯化合物的聚合反应等。

【制法】 锌粉二氧化硫甲醛法：用水和锌粉配成的料浆与二氧化硫气反应，生成低亚硫酸锌，然后逐步加到预先装有甲醛溶液的第二反应器中，在加热搅拌下，逐步加入锌粉于95～105℃进行反应，生成碱式次硫酸氢锌甲醛悬浮液，送入第三反应器，先用水洗涤结晶，然后静置，抽取清液，加入烧碱溶液进行反应，生成次硫酸氢钠甲醛和氢氧化锌悬浮液，经过滤，澄清滤液，浓缩、结晶、粉碎，制得次硫酸氢钠甲醛成品。其反应式如下：

$$2H_2SO_3+Zn \longrightarrow ZnS_2O_4+2H_2O$$

$$2ZnS_2O_4+4CH_2O+2H_2O \longrightarrow Zn(HSO_2 \cdot CH_2O)_2+Zn(HSO_3 \cdot CH_2O)_2$$

$$Zn(HSO_3 \cdot CH_2O)_2+2Zn+H_2O \longrightarrow 2[Zn(OH)HSO_2 \cdot CH_2O]+ZnO$$

$$Zn(HSO_2 \cdot CH_2O)_2+ZnO+H_2O \longrightarrow 2[Zn(OH)HSO_2 \cdot CH_2O]$$

$$Zn(OH)HSO_2 \cdot CH_2O+NaOH+2H_2O \longrightarrow NaHSO_2 \cdot CH_2O \cdot 2H_2O+Zn(OH)_2$$

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋、外加盖密封大口铁桶包装，每桶净重40kg。应贮存在阴凉、干燥的库房中，容器必须密封，防止受潮变质。勿与食用品共贮混运。运输时要防雨淋，防日光曝晒。

【生产单位】 无锡市东泰精细化工有限责任公司，湖南中成化工有限公司，沈阳化工研究院。

Ao056 硫代硫酸铵

【英文名】 ammonium thiosulfate

【结构式】 $(NH_4)_2S_2O_3$

【分子量】 148.20

【物化性质】 白色单斜晶系结晶。相对密度1.679，极易溶于水，不溶于醇，微溶于丙酮。加热到150℃则分解形成亚硫酸铵、硫黄、氨、硫化氢及水。在空气中十分不稳定，在氨气中稳定。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
硫代硫酸铵[$(NH_4)_2S_2O_3$]/%	95～98
亚硫酸铵[$(NH_4)_2SO_3$]	无或微量
硫酸铵[$(NH_4)_2SO_4$]/%	1～2
水分/%	1～2

【用途】 感光工业用作照相定影剂，较钠盐更易溶解卤化银的乳膜，具有水洗时间短而银回收容易的优点。还用作镀银电镀浴的主要组分，金属表面的清净剂，铝镁合金浇铸保护剂。在医药上用作杀菌剂、分析试剂。

【制法】 碳酸氢铵法：由碳酸氢铵与二氧化硫和水作用生成亚硫酸铵，经过滤除去杂质后再与硫黄加热煮沸进行反应，再过滤、蒸发、冷却结晶、离心分离，制得硫代硫酸铵成品。其反应式如下：

$$2NH_4HCO_3+SO_2+H_2O \longrightarrow (NH_4)_2SO_3+2H_2O+2CO_2\uparrow$$

$$(NH_4)_2SO_3+S \longrightarrow (NH_4)_2S_2O_3$$

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重25kg。应贮存在阴凉、干燥的库房内，防止受潮。应在充氨的密闭设备中保存。

【生产单位】 汕头西陇化工有限公司，海门市江滨化工二厂（南通集海化工有限公司），常熟市金星化工有限公司，西安化学试剂厂。

Ao057 硫代硫酸钠

【别名】 大苏打；海波

【英文名】 sodium thiosulphate; sodium subsulfate; hypo

【结构式】 $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$

【分子量】 248.17

【物化性质】 无色单斜晶系结晶，无臭，有清凉带苦的味道。相对密度 1.729（17℃），熔点 40～45℃，加热至 100℃失去 5 个结晶水。易溶于水，水溶液近中性，溶于松节油及氨，不溶于醇。在潮湿空气中有潮解性，在 33℃以上的干燥空气中易风化。具有还原性，能溶解卤素及银盐。

【质量标准】

1. 化工行业标准《工业硫代硫酸钠标准》HG/T 2328—2006

指标名称	优等品	一等品
硫代硫酸钠($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$)的质量分数/% ≥	99.0	98.0
水不溶物的质量分数/% ≤	0.01	0.03
硫化物(以 Na_2S 计)的质量分数/% ≤	0.001	0.003
铁(Fe)的质量分数/% ≤	0.002	0.003
氯化钠(NaCl)的质量分数/% ≤	0.05	0.20
pH 值(200g/L 溶液)	6.5～9.5	6.5～9.5

注：产品外观为无色或略带淡黄色透明单斜晶系结晶。

2.《中国药典》(1995 年版)

指标名称	医药级
硫代硫酸钠($Na_2S_2O_3$)(以干基计)/% ≥	99.0
干燥失重/%	32.0～37.0
重金属/% ≤	0.0020
砷盐(以 As 计)/% ≤	0.0010

【用途】 感光工业用作照相定影剂，造纸工业用作纸浆漂白后的除氯剂，印染工业用作棉织品漂白后的脱氯剂，分析化学用作色层分析、容量分析用试剂，医药上用作洗涤剂、消毒剂，食品工业用作螯合剂、抗氧化剂等。

【制法】

（1）亚硫酸钠法　用水溶解纯碱，纯碱溶液与二氧化硫气反应，加入烧碱中和，加硫化碱除杂质，过滤，再将硫黄粉溶解在热亚硫酸钠溶液中进行反应。经过滤、除杂质、再过滤，加烧碱进行碱处理，经浓缩、过滤、结晶、离心脱水、筛选，制得硫代硫酸钠成品。其反应式如下：

$$Na_2CO_3 + SO_2 \longrightarrow Na_2SO_3 + CO_2\uparrow$$

$$Na_2SO_3 + S + 5H_2O \longrightarrow Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$$

（2）综合法　利用含硫化钠、亚硫酸钠和少量烧碱的下脚废料经适当处理后与硫黄进行加热反应，反应热溶液经空气氧化生成硫代硫酸钠。另外，粗制亚硫酸钠加硫反应制得硫代硫酸钠及粗制硫代硫酸钠结晶，三者混合，经脱色、过滤、浓缩、再脱色、过滤、结晶、离心脱水，制得硫代硫酸钠成品。其反应式如下：

$$2Na_2S + 2S + 3O_2 \longrightarrow 2Na_2S_2O_3$$

$$Na_2SO_3 + S \longrightarrow Na_2S_2O_3$$

$$6NaOH + 6S \longrightarrow Na_2S_2O_3 + 2Na_2S_2 + 3H_2O$$

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋或木桶包装，每袋（桶）净重 25kg 或 50kg。容器必须密封。贮存于阴凉、干燥的库房中，运输中防曝晒、防雨淋。不可与酸类、氧化剂共贮混运。防止受潮溶化。如包装潮湿，说明内装物已起潮解作用，必须与干燥包装分开堆放。不可贮存于露天环境下，受潮包装要抓紧处理。失火时，可用水、砂土扑救。

【生产单位】 广东中成化工有限公司，上海捷晶化工有限公司，常州市华达化工厂，汕头西陇化工有限公司，山西临汾染化（集团）有限责任公司，大连染料化工有限公司，南京上海梅山冶金公司焦化厂。

Ao058 无水硫代硫酸钠

【英文名】 sodium thiosulfate，anhydrous

【结构式】 $Na_2S_2O_3$

【分子量】 158.10

【物化性质】 无色单斜结晶或白色结晶粉末，无臭，味咸。相对密度 1.667，易溶于水，100℃时溶解度为 231g/100mL 水，不溶于醇，在空气中易潮解。具有强烈的还原性，在酸性溶液中分解。

【质量标准】 国家标准《摄影加工用化学品无水硫代硫酸钠和五水合硫代硫酸钠》GB/T 22402—2008

项　　目	测试限
$Na_2S_2O_3$含量/%　　≥	97.0
$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$含量/%　　≥	99.0～101
不溶物含量(以氨水溶液中钙镁沉淀物计)/%　　≤	0.4($Na_2S_2O_3$) 0.2($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$)
重金属质量分数(以 Pb 计)/%　　≤	0.002($Na_2S_2O_3$) 0.001($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$)
铁质量分数(以 Fe 计)/%　　≤	0.005($Na_2S_2O_3$) 0.003($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$)
游离碱质量分数(以 NaOH 计)/%　　≤	0.06
酸度(以 H_2SO_4计)/%　　≤	0.01
硫化物含量/%　　≤	0.0006($Na_2S_2O_3$) 0.0004($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$)
pH 值	6.5～9.5
溶液外观	透明,无不溶物(微量絮状物除外)

【用途】 用于制造定影粉和照相业配制定影剂、干燥剂，制革业用作鞣革时重铬酸盐的还原剂。

【制法】 脱水法：五水硫代硫酸钠结晶用蒸汽间接加热，使其溶于本身的结晶水中，经浓缩、离心脱水、干燥、筛选，制得无水硫代硫酸钠成品。其反应式如下：

$$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O \longrightarrow Na_2S_2O_3 + 5H_2O$$

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋的麻袋或编织袋包装，每袋净重 40kg。贮存在阴凉、干燥的库房中。要避光、密封保存。运输中应防曝晒、防潮、防雨淋。

【生产单位】 上海荧光材料厂，贵州桐梓娄山化工厂，四川重庆染料厂，苏州三威染料化学有限公司，上海光铧科技有限公司（上海新华化工厂），北京恒业中远化工有限公司，北京益利精细化学品有限公司，天津科密欧化学试剂开发中心。

Ao059 过硫酸铵

【英文名】 ammonium persulfate

【结构式】 $(NH_4)_2S_2O_8$

【分子量】 228.19

【物化性质】 无色单斜晶系结晶或白色结晶性粉末。相对密度 1.982，120℃时分解。易溶于水，0℃时溶解度为 58.2g/100mL 水。与水能发生水解反应生成硫酸氢铵和过氧化氢。具有强氧化性和腐蚀性，干品具有良好的稳定性。在潮湿空气中易受潮结块，与还原性较强的有机物混合可引起着火或爆炸。

【质量标准】 国家标准《工业过硫酸铵》GB/T 23939—2009

指标名称	优等品	一级品	二级品
过硫酸铵[$(NH_4)_2S_2O_8$]质量分数/%　　≥	98.5	98.3	98.0
pH 值(50g/L 溶液)	3.0～5.0	3.0～5.0	3.0～5.0
铁(Fe)质量分数/%　　≤	0.0005	0.0008	0.001
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/%　　≤	0.001	0.0015	0.002
水分质量分数/%　　≤	0.15	0.20	0.25

续表

指标名称		优等品	一级品	二级品
锰(Mn)质量分数/%	≤	0.0001	0.00015	0.0002
重金属(以 Pb 计)质量分数/%	≤	0.001	0.0015	0.002
灼烧残渣质量分数/%	≤	0.05	—	—
水不溶物质量分数/%	≤	0.005	—	—

注：产品的外观为无色单斜晶或白色粉末结晶。

【用途】 化学工业用作制造过硫酸盐和双氧水的原料，有机高分子聚合时的助聚剂、氯乙烯单体聚合时的引发剂。油脂、肥皂业用作漂白剂，还用于金属板蚀割时的腐蚀剂及石油工业采油等方面。食品级用作小麦改质剂、啤酒酵母防霉剂。

【制法】 电解法：由硫酸铵和硫酸配制成电解液，经除杂质后进行电解，HSO_4^- 在阳极放电而生成过二硫酸，再与硫酸铵反应生成过硫酸铵，当阳极液中过硫酸铵含量达到一定浓度，经过滤、结晶、离心分离、干燥，制得过硫酸铵成品。其反应式如下：

阳极反应：$2HSO_4^- - 2e \longrightarrow H_2S_2O_8$

阴极反应：$2H^+ + 2e \longrightarrow H_2\uparrow$

$$(NH_4)_2SO_4 + H_2S_2O_8 \longrightarrow (NH_4)_2S_2O_8 + H_2SO_4$$

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋或两层牛皮纸袋的钢桶或木箱包装，每桶（箱）净重 25kg 或 50kg。属二级无机氧化剂，危规编号：GB 5.1 类 51504，UN No. 1444；IMDG CODE 5126 页，5.1 类。应贮存于阴凉、干燥、通风的库房中，密封保存。要远离热源火种，以免引起分解和爆炸。不能与易燃、易爆和还原性物质共贮混运。运输时应有遮盖物，防止受潮，要轻装卸，防止包装破损。

【生产单位】 河北冀衡集团电化分公司，广州市金珠江化学有限公司，河北冀衡集团有限公司，陕西宝化科技有限责任公司，陕西宝化化工有限责任公司（原宝鸡市化工厂），河北亚泰电化有限公司，上海光铧科技有限公司（上海新华化工厂），汕头西陇化工有限公司，北京恒业中远化工有限公司，西安化学试剂厂，上海日尔化工有限公司（昆山市花桥化工厂），广州市珠江电化厂，广州市金珠江化学有限公司，福建天马集团公司国营福安市农药厂。

Ao060 过硫酸钾

【别名】 过二硫酸钾

【英文名】 potassium persulfate；anthon

【结构式】 $K_2S_2O_8$

【分子量】 270.31

【物化性质】 无色或白色三斜晶系结晶粉末。相对密度 2.477，100℃时完全分解。溶于水，0℃时溶解度为 1.75g/100mL 水，20℃时溶解度为 5.3g/100mL 水，不溶于醇，水溶液呈酸性。遇潮湿或受热分解，放出氧变成焦硫酸钾。水溶液在室温下缓慢水解生成过氧化氢。具有强氧化性，与有机物混合会发生爆炸。

【质量标准】 化工行业标准《工业过硫酸钾》HG/T 2155—2006

项目		优等品	一级品	合格品
主含量(以 $K_2S_2O_8$ 计)/%	≥	99.0	98.5	98.0
pH 值(50g/L 溶液)		4.0～6.0	4.0～6.0	4.0～6.0

续表

项目		优等品	一级品	合格品
铁(Fe)/%	≤	0.001	0.002	0.003
氯化物(以 Cl^- 计)/%	≤	0.02	0.02	0.03
铵盐(以 NH_4^+ 计)/%	≤	0.2	0.3	0.5
水分/%	≤	0.10	0.15	0.20
锰(Mn)/%	≤	0.0001	0.0002	0.0003
重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.0010	0.0015	0.0020

注：产品的外观为无色或白色三斜晶系板状或柱状结晶。

【用途】 主要用作消毒剂和织物漂白剂，染料及无机盐工业用作氧化剂，合成橡胶工业用作乳液聚合的引发剂，合成树脂用作聚合促进剂。另外，还用于钢铁、感光工业和医药等方面。

【制法】 硫酸钾法：用硫酸铵和硫酸配制成电解液除杂质后进行电解。HSO_4^- 在阳极放电而生成过二硫酸，再与硫酸铵反应生成过硫酸铵，然后加入硫酸钾进行复分解反应，经冷却、分离、结晶、干燥，制得过硫酸钾成品。其反应式如下：

阳极反应：$2HSO_4^- - 2e \longrightarrow H_2S_2O_8$

阴极反应：$2H^+ + 2e \longrightarrow H_2\uparrow$

$$(NH_4)_2SO_4 + H_2S_2O_8 \longrightarrow (NH_4)_2S_2O_8 + H_2SO_4$$

$$(NH_4)_2S_2O_8 + K_2SO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow K_2S_2O_8 + 2NH_4HSO_4$$

【安全性】 过硫酸钾粉末对鼻黏膜有刺激作用，包装室内要求通风良好，防止粉尘飞扬。工作时要穿戴劳保用品。

包装及贮运：内衬聚乙烯塑料袋，外层为牛皮纸的两层防潮袋包装，然后装入木箱，每箱净重 25kg 或 50kg。属二级无机氧化剂，危规编号：GB 5.1 类 51504。UN No.1492；IMDG CODE 5175 页，5.1 类。贮存在阴凉、通风、清洁的库房中，隔绝热源与火种。不可与有机物共贮混运，否则易引起燃烧爆炸。运输时要防雨淋、防日光曝晒。失火时，可用水、砂土扑救。

【生产单位】 烟台市金河保险粉厂有限公司，河北冀衡集团有限公司，陕西宝化科技有限责任公司，陕西宝化化工有限责任公司（原宝鸡市化工厂），上海光铧科技有限公司（上海新华化工厂），汕头西陇化工有限公司，北京恒业中远化工有限公司，福建天马集团公司国营福安市农药厂。

Ao061 硫酸铝铵

【别名】 铵明矾

【英文名】 ammonium aluminium sulfate; ammonium alum

【结构式】 $NH_4Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

【分子量】 453.32

【物化性质】 无色透明立方结晶或白色颗粒粉末。相对密度 1.64，熔点 93.5℃，无臭、味涩。微溶于水，20℃时溶解度为 15g/100mL 水，易溶于热水，水溶液呈酸性，溶于稀酸、甘油，不溶于醇。在 120℃时失去 10 个结晶水，加热到 200℃变成无水物（枯矾），280℃则分解。

【用途】 污水净化用作凝聚剂，制革工业用作铝鞣剂和皮张硝皮的后处理剂，染料工业用作防染剂，造纸工业用作纸张施胶的上浆剂，玻璃工业用作黄色玻璃的着色剂，医药上用作收敛剂等，印染业用作媒染剂。另外，还用于颜料、电镀、淀粉等工业部门。食品级产品用作缓冲剂、膨松

剂等，为降低居民膳食铝摄入过量可能带来的健康风险，自 2014 年 7 月 1 日起我国禁止硫酸铝铵用于小麦粉及其制品（除油炸面制品、面糊、裹粉、煎炸粉外）生产中。

【制法】

（1）合成法　用硫酸分解铝矾土生成硫酸铝溶液，加入硫酸铵于 100℃下进行反应，经冷却结晶、离心分离、洗涤、干燥，制得硫酸铝铵。其反应式如下：

$$Al_2O_3+3H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3+3H_2O$$

$$Al_2(SO_4)_3+(NH_4)_2SO_4+12H_2O \longrightarrow 2NH_4Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$$

（2）氢氧化铝法　用硫酸与氢氧化铝反应，沉降后加入硫酸铵反应，经冷却结晶、离心分离、干燥，制得硫酸铝铵成品。其反应式如下：

$$2Al(OH)_3+3H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3+6H_2O$$

$$Al_2(SO_4)_3+(NH_4)_2SO_4+12H_2O \longrightarrow 2NH_4Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$$

【质量标准】　国家标准《食品添加剂　硫酸铝铵》GB 25592—2010

项　　目	指标
硫酸铝铵[以 $NH_4Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ 计](干基)质量分数/%	99.5～100.5
水分质量分数/%　　≤	4.0
水不溶物质量分数/%　　≤	0.20
砷(As)/(mg/kg)　　≤	2
重金属(以 Pb 计)/(mg/kg)　　≤	20
铅(Pb)/(mg/kg)　　≤	10
氟化物(F)/(mg/kg)　　≤	30
硒(Se)/(mg/kg)　　≤	30

注：产品外观为白色或无色结晶粉末或块状。

【安全性】　用内衬塑料袋，外套塑料编织袋包装，每袋净重 50kg。食品级包装除内衬食品用聚乙烯塑料袋外，其他相同。包装上应注明“食品添加剂”字样。贮存于通风、干燥的库房中，宜专库专贮。因易腐蚀包装所以不宜久贮。潮包应分开堆垛，随时处理，防止淌水流失。食用级品不得与有毒物品或其他污染物品共贮混运。运输过程中要防雨淋和日光曝晒。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】　汕头西陇化工有限公司，西安化学试剂厂，广州化学试剂厂，新乡高技术陶瓷材料公司，鹤壁市化工一厂。

Ao062　宝石用硫酸铝铵

【别名】　宝石明矾

【英文名】　ammonium aluminium sulfate for jeweller production; alum for jeweller production

【结构式】　$NH_4Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

【分子量】　453.32

【物化性质】　参见硫酸铝铵。

【质量标准】　参考标准

指标名称	指标
钾(K)/%　　≤	0.005
钠(Na)/%　　≤	0.003
铁(Fe)/%　　≤	0.0003

【用途】　用作人造宝石原料。

【制法】　合成法：用氢氧化铝与硫酸反应，生成硫酸铝溶液，加入氨水调节溶液 pH 值，经过滤、结晶、加热溶解后，加入硫酸铵，生成硫酸铝铵，再经过滤、结晶、再溶解、过滤、冷却结晶，制得硫酸铝铵成品。其反应式如下：

$$2Al(OH)_3+3H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3+6H_2O$$

$$Al_2(SO_4)_3+(NH_4)_2SO_4+24H_2O \longrightarrow (NH_4)_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$$

【安全性】　参见硫酸铝铵。

【生产单位】　新乡高技术陶瓷材料公司，山东新华医药集团淄博制酸有限责任公司。

Ao063　硫酸钾镁

【英文名】　potassium magnesium sulfate

【结构式】 $K_2Mg_2(SO_4)_3$

【分子量】 414.994

【物化性质】 外观性状：无色结晶。溶解性：溶于水。相对密度2.829，熔点927℃，折射率1.5329，蒸发焓62.94kJ/mol，沸点330℃（760mmHg），蒸气压力3.35×10^{-5}mmHg（25℃）。

【质量标准】 国家标准《硫酸钾镁肥》GB/T 20937—2007

项　目		优等品	一等品	合格品
氧化钾(K_2O)/%	≥	30.0	24.0	21.0
镁(Mg)/%	≥	7.0	6.0	5.0
硫(S)/%	≥	18.0	16.0	14.0
氯离子(Cl^-)/%	≤	2.0	3.0	4.0
游离水(H_2O)/%	≤	1.5	4.0	4.0
水不溶物/%	≤	1.0	2.0	2.0
pH值		7.0～9.0		
粒度(1.00～4.75mm)	≥	90	80	70

注：粉状产品不做粒度要求。游离水(H_2O)的质量分数以出厂检验为准。产品外观：粉状结晶或颗粒状产品，无机械杂质。

【用途】 主要作为化肥使用。

【制法】

（1）盐湖工艺　对于含钾、镁的盐湖卤水资源，采用两段转化法，第一段转化法为钾混盐加水转化反应、机械分离除去石盐和母液得钾镁混盐，第二段转化法为钾镁混盐加水转化反应、固液分离得硫酸钾镁肥，工艺条件为钾混盐加水转化反应工序反应温度为常温～85℃，加水量按反应温度条件下钾混盐全部转化为钾镁混盐确定。此工艺具有原料回收率高、设备投资小、生产成本低、工艺易控、不需添加外来原料、可适应不同质量的钾混盐原料等优点。

（2）掺混法　采用硫酸钾和氧化镁等简单掺混方式生产的硫酸钾镁肥。

【安全性】 产品用塑料编织袋内衬聚乙烯薄膜塑料袋或涂膜聚丙烯的塑料编织袋包装，按照GB 8569对复混肥料产品的规定执行。每袋净含量（50±0.5)kg、（40±0.4)kg、（25±0.25)kg、（20±0.2)kg、(10±0.1)kg，每批产品平均每袋净含量相应不得低于50.0kg、40.0kg、25.0kg、20.0kg、10.0kg。应贮存在于阴凉干燥处，在运输过程中应防潮、防晒、防破裂。

【生产单位】 青海中信国安科技发展有限公司，青海省滨地钾肥股份有限公司，山东海化集团有限公司，山东临沂金天大化肥业有限公司，斯科沃肥业（山东）有限公司。

Ao064 硫酸铝钾

【别名】 明矾；钾明矾

【英文名】 potassium aluminium sulfate; aluminium potassium sulfate dodecahydrate; potash alum

【结构式】 $AlK(SO_4)_2\cdot12H_2O$

【分子量】 474.39

【物化性质】 无色透明呈立方八面结晶或单斜立方结晶。相对密度d_{14}^{20}1.757，熔点92.5℃。溶于水，易溶于热水，溶于稀酸，不溶于醇、丙酮。水溶液呈酸性，水解后有氢氧化铝胶状物沉淀。在干燥空气中风化失去结晶水，64.5℃时失去9个结晶水，加热到200℃失去12个结晶水变成白色海绵状无水物。

【质量标准】 化工行业标准《工业硫酸铝钾行业标准》HG 2565—2007

指标名称	指标		
	优等品	一级品	合格品
硫酸铝钾[$AlK(SO_4)_2\cdot12H_2O$]质量分数(以干基计)/% ≥	99.2	98.6	97.6

续表

指标名称	指标		
	优等品	一级品	合格品
铁(Fe)质量分数(以干基计)/% ≤	0.01	0.01	0.05
重金属(以 Pb 计)质量分数/% ≤	0.002	0.002	0.005
砷(As)质量分数/% ≤	0.0002	0.0005	0.001
水不溶物质量分数/% ≤	0.2	0.4	0.6
水分/% ≤	1.0	1.5	2.0

注：产品外观为无色透明、半透明块状、粒状或晶状粉末。

【用途】 用作净化浊水的助沉剂，造纸工业用作松香胶沉降剂，感光工业用作定影液和相纸的坚膜剂，印染工业用作媒染剂和防拔染工艺的防染剂，电镀上用作电镀锌助导电剂。另外，还用作泡沫橡胶助发泡剂等。

【制法】

（1）铝矾土法　用硫酸分解铝矾土矿生成硫酸铝溶液，再加硫酸钾反应，经过滤、结晶、离心脱水、干燥，制得硫酸铝钾产品。

（2）氢氧化铝法　将氢氧化铝溶于硫酸，再加入计量的硫酸钾溶液加热反应，经过滤、浓缩、结晶、离心分离、干燥，制得硫酸铝钾成品。

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重 50kg。应贮存于通风、干燥、清洁的库房中，包装密封、防潮。不可与有毒、有害物质共贮混运。运输时要防雨淋和日光曝晒。装卸时小心轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 常熟市金城化工厂，汕头西陇化工有限公司，西安化学试剂厂，温州矾矿，昆明南坝化工总厂，北京北化精细化学品有限责任公司（北京化工厂）。

Ao065 食用硫酸铝钠

【别名】 钠明矾

【英文名】 sodium aluminium sulfate for food；sodium alum for food

【结构式】 $AlNa(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

【分子量】 458.27

【物化性质】 无色立方八面体或白色粉末，无臭，略带咸涩味。熔点 61℃（自溶于结晶水），相对密度 d^{20} 1.6754，溶于水，不溶于醇。在空气中易风化，加热失去 12 个结晶水变成无水物。

【质量标准】 联合国粮农组织/世界卫生组织标准（FAO/WHO，1978 年）

指标名称	指标
硫酸铝钠[$AlNa(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$](以干基计)/% ≥	99.5
干燥失重/% ≤	47.2
铵盐	阴性
氟化物(以 F 计)/(mg/kg) ≤	30
硒(Se)/(mg/kg) ≤	30
砷(以 As 计)/(mg/kg) ≤	3
铅(Pb)/(mg/kg) ≤	10
重金属(以 Pb 计)/(mg/kg) ≤	20

【用途】 食品工业用作缓冲剂、中和剂、固化剂，用于砂糖精制，是膨胀松剂原料，但禁止用于膨化食品生产中，也作净水剂。

【制法】 将硫酸铝加入盛有蒸馏水的反应器进行溶解，在搅拌下，加入硫酸钠溶液进行反应。加入除砷剂和除重金属剂进行溶液提纯，过滤除去杂质，把滤液蒸发浓缩、冷却结晶、离心分离、干燥，制得食用硫酸铝钠成品。其反应式如下：

$$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O + Na_2SO_4 + 6H_2O \longrightarrow 2[AlNa(SO_4)_2 \cdot 12H_2O]$$

【安全性】

毒性及用量：本品无毒。

包装及贮运：用内衬食品用聚乙烯塑料袋

的塑料编织袋包装，每袋净重25kg。包装上应印有“食品添加剂”字样。贮运参见食用硫酸铝钾。

【生产单位】 淄博市淄川大众食品添加剂厂，广东大地食用化工有限公司。

Ao066 食用硫酸铝钾

【别名】 食用钾明矾

【英文名】 potassium aluminium sulfate for food; potash alum for food

【结构式】 $AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

【分子量】 474.38

【物化性质】 参见硫酸铝钾。

【质量标准】 国家标准 《食品添加剂 硫酸铝钾》GB 1895—2004

外观：无色透明块状、粒状或晶状粉末。

项 目	指标
硫酸铝钾[$AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$](以干基计)含量/% ≥	99.2
重金属(以Pb计)含量/% ≤	0.002
砷(以As计)/% ≤	0.0002
铅(以Pb计)含量/% ≤	0.001
水不溶物/% ≤	0.2
氟(F)含量/% ≤	0.003
铵盐	符合检验
水分/% ≤	1.0

【用途】 食品工业中与小苏打可配成发酵粉，还用作膨松剂等。为降低居民膳食铝摄入过量可能带来的健康风险，自2014年7月1日起我国禁止硫酸铝钾用于小麦粉及其制品（除油炸面制品、面糊、裹粉、煎炸粉外）生产中。

【制法】 重结晶法：将工业品硫酸铝钾加入水溶解，然后经净化、除杂质、过滤、浓缩、结晶、离心脱水、干燥，制得硫酸铝钾。

【安全性】 粒状和粉状产品用内衬食品用聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每包50kg。外包装上应有“食品添加剂”字样和“怕湿”标志。贮运参见硫酸铝钾。

【生产单位】 淄博市淄川大众食品添加剂厂，广东大地食用化工有限公司，北京北化精细化学品有限责任公司（北京化工厂）。

Ao067 硫酸肼

【别名】 硫酸联氨

【英文名】 hydrazine sulfate

【结构式】 $N_2H_4 \cdot H_2SO_4$

【分子量】 130.12

【物化性质】 无色鳞状结晶或斜方晶系结晶，无味。相对密度1.37，熔点254℃。微溶于冷水，易溶于热水，水溶液呈酸性，不溶于醇。在空气中稳定，吸湿性弱。有强还原性，避免和碱类、氧化剂接触。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
外观	白色结晶
硫酸肼/% ≥	98.5
水不溶物/% ≤	0.1
灼烧残渣/% ≤	0.1
氯化物/% ≤	0.01
铁/% ≤	0.002
重金属(以Pb计)/% ≤	0.002

【用途】 用作制造药品的原料，有机工业用作偶氮二异丁腈等产品的原料，电镀上用作还原剂，农业上用作杀虫剂、灭菌剂，用作塑料和橡胶的发泡剂等。

【制法】 尿素法：将尿素、次氯酸钠、液碱在高锰酸钾存在下进行反应，经蒸馏，再同硫酸进行中和反应，生成物经冷却结晶、过滤、干燥，制得硫酸肼成品。其反应式如下：

$$NaClO + NH_2CONH_2 + 2NaOH \longrightarrow N_2H_4 \cdot H_2O + NaCl + Na_2CO_3$$

$$N_2H_4 \cdot H_2O + H_2SO_4 \longrightarrow N_2H_4 \cdot H_2SO_4 + H_2O$$

【安全性】 内衬聚乙烯塑料袋，外用铁桶包装，每桶净重 50kg。应贮存于通风、干燥的库房中。远离热源和火种，容器密封。运输时要防雨淋，防日光曝晒。不可与碱类、氧化剂共贮混运。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

【生产单位】 浙江黄岩建业化工厂，临海市杜岐精细化工厂，江都市颜料化工厂，广州化学试剂厂，天津市华东试剂厂。

Ao068 硫脲

【别名】 硫代尿素

【英文名】 thiourea；thiocarbamide

【结构式】 $(NH_2)_2CS$

【分子量】 76.12

【物化性质】 白色有光泽的结晶，味苦，可燃。相对密度 1.406，熔点 180～182℃。溶于冷水和乙醇，易溶于热水，不溶于乙醚。

【质量标准】 化工行业标准《工业用硫脲》HG/T 3266—2002

项　目	指标		
	优等品	一级品	合格品
硫脲含量/% ≥	99.0	98.5	98.0
加热减量/% ≤	0.40	0.50	1.0
水不溶物含量/% ≤	0.02	0.05	0.10
硫氰酸盐含量（以 SCN^- 计）/% ≤	0.02	0.05	0.10
熔点/℃ ≥	171	170	—
灰分/% ≤	0.10	0.15	0.30

【用途】 医药上用作生产药物的中间体，橡胶工业上用作硫化促进剂，采矿业上用作浮选剂。还用作织物、纸张处理剂，印染助剂。

【制法】 合成法：用硫化钡与盐酸（或硫酸）反应，用石灰乳负压吸收，再与石灰氮反应，经过滤、冷却结晶、离心分离、干燥，制得硫脲成品。其反应式如下：

$$BaS + 2HCl \longrightarrow BaCl_2 + H_2S\uparrow$$

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$

$$Ca(OH)_2 + 2H_2S \longrightarrow Ca(SH)_2 + 2H_2O$$

$$2CaCN_2 + Ca(SH)_2 + 6H_2O \longrightarrow 2(NH_2)_2CS + 3Ca(OH)_2$$

【安全性】 内衬两层牛皮纸和一层防潮纸袋，外用塑料编织袋包装，每袋净重 25kg、50kg。毒害品，危规编号：GB 6.1 类 61821。UN No.2877；IMDG CODE 6.1 类。应贮存在阴凉、干燥、防热、防晒的库房中。不可与氧化剂、酸（或碱）性物质共贮混运，与食用原料隔离贮运。失火时，可用水、砂土及各种灭火器扑救。

【生产单位】 四川什邡川西兴达化工公司，山西南风化工集团股份有限公司，青岛红星化工集团有限公司，河北藁城市瑞星化工有限责任公司，青岛华昌集团公司。

Ap 钼、钛化合物

生产钼化合物的主要原料是辉钼矿（MoS_2）。辉钼矿经富集得到钼精矿，通常采用氧化焙烧的方法制取钼酸铵，再由钼酸铵制取其他钼化合物。一些钼化合物如钼酸、钼酸铵、钼酸钠、三氧化钼等可用作颜料、涂料和金属电镀的着色剂，也用作化学工业中的催化剂。钼酸铵、钼酸钠是农作物不可缺少的微量元素肥料。二硫化钼是良好的固体润滑剂，广泛用于汽车工业和机械工业。

钛铁矿是生产二氧化钛的原料，只有少量用于生产海绵钛、电焊条药皮以及其他钛化合物。以钛铁矿为原料用硫酸法生产锐钛型二氧化钛，采用金红石矿或高钛渣为原料用氯化法制取金红石型二氧化钛。目前国内是以硫酸法为主。四氯化钛是制取金属钛的原料。二氧化钛广泛用作白色颜料，另外在涂料、塑料、造纸、合成纤维、橡胶、搪瓷、印刷油墨及电子、冶金工业等领域中也有重要用途。

Ap001 钼酸

【英文名】 molybdic acid

【结构式】 $H_2MoO_4 \cdot H_2O$

【分子量】 179.97

【物化性质】 无机酸，钼的含氧酸，氧化性较弱。胶状，白色或带有黄色的块状或粉末。相对密度 3.124（15℃）。加热到 70℃失去一分子结晶水。微溶于水，能溶于碱溶液或碱金属碳酸盐。

【质量标准】 参考企业标准 Q/JDC035—2002（金堆城钼业）

指标名称		指标
MoO_3含量/%		85～90
澄清度试验		合格
氨水不溶物/%	≤	0.01
氯化物(Cl^-)/%	≤	0.001
硅酸盐(SiO_2)/%	≤	0.02
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤	0.005
磷酸盐(PO_4^{3-})/%	≤	0.001
重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.001

【用途】 用作制造钼类催化剂和钼盐的原料。也可用于医药、金属电镀着色剂、陶瓷釉药的蓝色颜料、油画和水彩画颜料、涂料等。

【制法】 钼酸铵硝酸中和法：将辉钼矿粉碎至 60～80 目，在焙烧炉中于 500～550℃进行氧化焙烧 6～8h，用氨水浸出，得到钼酸铵溶液，净化除去杂质后，用硝酸酸化，析出钼酸沉淀，用温水洗涤，离心脱水、干燥、粉碎，得到钼酸成品。

其反应式如下：

$$2MoS_2+7O_2 \longrightarrow MoO_3+4SO_2 \uparrow$$

$$MoO_3+2NH_4OH \longrightarrow (NH_4)_2MoO_4+H_2O$$

$$(NH_4)_2MoO_4+2HNO_3+H_2O \longrightarrow H_2MoO_4 \cdot H_2O+2NH_4NO_3$$

【安全性】 用内衬清洁聚乙烯塑料袋的纤维桶包装，每桶25kg。注意防止塑料袋口裂缝。贮存于阴凉、通风、干燥的库房中，注意防潮。使用时如遇空气潮湿，粉剂容易吸潮，须过筛。用毕将袋口扎紧或将盖盖紧，以免黏结。运输时要有遮盖物，防雨淋，防日光曝晒，不可与强酸和强碱共贮混运。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 金堆城钼业集团有限公司。

Ap002 三氧化钼

【别名】 钼酸酐

【英文名】 molybdenum trioxide; molybdic anhydride

【结构式】 MoO_3

【分子量】 143.94

【物化性质】 无色或黄白色粉末，斜方晶系结晶。相对密度4.692，熔点795℃，沸点1155℃。在空气中很稳定，极微溶于水，溶于酸、碱和氨水溶液。通入干燥氯化氢，加热升华成淡黄色针状结晶为该化合物之特殊反应。

【质量标准】 参考企业标准Q/JDC036—2002（金堆城钼业）

指标名称		分析纯	化学纯
MoO_3含量/%	≥	99.90	99.90
澄清度试验		合格	合格
氨水不溶物/%	≤	0.01	0.05
铵盐/%	≤	0.002	0.005
氯化物(Cl^-)/%	≤	0.002	0.005
硝酸盐(NO_3^-)/%	≤	0.005	0.015
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤	0.01	0.03
磷、砷、硅(以SiO_2计)/%	≤	0.005	0.015
重金属(以Pb计)/%	≤	0.005	0.015

【用途】 用作制取金属钼及钼化合物的原料，石油工业中用作催化剂，还可用于搪瓷釉药颜料及药物等。

【制法】 钼酸铵热分解法：将辉钼精矿粉碎至60～80目，放入焙烧炉中于500～550℃氧化焙烧，用氨水浸出，得钼酸铵溶液，除去杂质后，加热至40～45℃，在搅拌下加入硝酸中和至pH＝1.5，生成八钼酸铵沉淀，经过滤、离心脱水后，溶于70～80℃的氨水中，再蒸发浓缩，得到仲钼酸铵，然后在550～600℃下进行热分解，得三氧化钼成品。其反应式如下：

$$2MoS_2+7O_2 \longrightarrow 2MoO_3+4SO_2$$

$$MoO_3+2NH_3 \cdot H_2O \longrightarrow (NH_4)_2MoO_4+H_2O$$

$$8(NH_4)_2MoO_4+14HNO_3 \longrightarrow (NH_4)_2O \cdot 8MoO_3 \cdot 4H_2O \downarrow +14NH_4NO_3+3H_2O$$

$$7[(NH_4)_2O \cdot 8MoO_3 \cdot 4H_2O]+34NH_3 \cdot H_2O \longrightarrow 8[(NH_4)_6O_3 \cdot 7MoO_3 \cdot 4H_2O] \downarrow +13H_2O$$

$$(NH_4)_6O_3 \cdot 7MoO_3 \cdot 4H_2O \longrightarrow 7MoO_3+6NH_3 \uparrow +7H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：三氧化钼和钼酸盐有毒，金属钼和二硫化钼毒性较弱。钼中毒引起足痛风，尿酸形成增高，出现关节病和多关节痛，低血压，血压不稳定，神经系统功能紊乱，代谢过程障碍。钼的可溶性化合物，其气溶胶的最大容许浓度为$2mg/m^3$，粉尘为$4mg/m^3$，钼的不溶性化合物为$6mg/m^3$。工作时要戴防毒口罩，穿防尘工作服。加工矿石和制备金属钼的粉末时，要防止粉尘泄露。要将起尘的设备加以密封，掩盖，并注意通风。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重40kg。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，包装要密封。贮存时注意防潮和避热，不可与酸类物品共贮混运。运输时要防雨淋，防日光曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土扑救。

【生产单位】 金堆城钼业股份有限公司，洛阳栾川钼业集团股份有限公司，锦州新华龙钼业股份有限公司，东台市峰峰钨钼制品有限公司，天津四方化工有限公司，北京化工厂。

Ap003 五氯化钼

【别名】 氯化钼

【英文名】 molybdenum pentachloride

【结构式】 $MoCl_5$

【分子量】 273.21

【物化性质】 墨绿色固体，其溶液或蒸气呈暗红色。易吸湿，遇水发生剧烈反应。相对密度2.928，熔点194.3℃，沸点268℃，汽化热62.8kJ/mol，熔化热19.00kJ/mol。溶于乙醇、乙醚和其他有机溶剂，亦溶于浓无机酸。有毒！

【质量标准】 按企业指定。

【用途】 用作氯化催化剂，耐火树脂组分，六羰基钼的制备。

【制法】 金属钼在350℃下直接用氯气氯化，制得五氯化钼成品。其反应式如下：

$$2Mo+5Cl_2 \longrightarrow 2MoCl_5$$

【安全性】

毒性及防护：能与水反应放出白色烟雾状有毒和腐蚀性氯化氢气体，误服会中毒。粉尘和蒸气会刺激皮肤、眼睛和黏膜。因此，眼睛受刺激时用水冲洗，皮肤接触时先用水冲洗，再用肥皂彻底洗涤；误服立即漱口，急送医院救治，操作人员须戴耐酸防护用具。

包装及贮运：玻璃瓶内充惰性气体，外用木箱，内衬垫料包装。酸性耐腐蚀品，危规编号：GB 8.1类81514。UN No.2508；IMDG CODE 8193页，8.1类。贮存于阴凉、通风、干燥的库房中。搬运时轻装轻放，防止容器破损，避免受潮。失火时，用水泥、砂土、二氧化碳扑救。

【生产单位】 北京化工厂，长沙市华京粉体材料科技有限公司，山东科信生物化学有限公司。

Ap004 二硫化钼

【英文名】 molybdenum disulfide

【结构式】 MoS_2

【分子量】 160.07

【物化性质】 有银灰色光泽的黑色粉末，六方晶系结晶。相对密度4.80，熔点1185℃，450℃时升华，莫氏硬度1～1.5。一般情况下，摩擦系数为0.05～0.09。在大气中，温度400℃左右开始逐渐氧化，氧化物为三氧化钼。化学稳定性和热稳定性好，不溶于水、稀酸和浓硫酸，但溶于热硫酸，在其他酸、碱、溶剂、石油、合成润滑剂中不溶解。与一般金属表面不产生化学反应，不侵蚀橡胶材料。

【质量标准】 国家标准GB/T 23271—2009

牌号	主含量/%	杂质含量/%							
	MoS_2	总不溶物	Fe	Pb	MoO_2	SiO_2	H_2O	酸值(以KOH计)/(mg/g)	含油量(丙酮萃取)/%
	≥	≤							
$FMoS_2$-1	99.50	—	0.01	0.02	—	0.001	0.10	0.50	—
$FMoS_2$-2	99.00	0.50	0.15	0.02	0.20	0.10	0.20	0.50	0.50

续表

牌号	主含量/%	杂质含量/%							
	MoS_2	总不溶物	Fe	Pb	MoO_2	SiO_2	H_2O	酸值(以 KOH 计)/(mg/g)	含油量(丙酮萃取)/%
	≥	≤							
$FMoS_2$-3	98.50	0.50	0.15	0.02	0.20	0.10	0.20	0.50	0.50
$FMoS_2$-4	98.00	0.65	0.30	0.02	0.20	0.20	0.20	0.50	0.50
$FMoS_2$-5	96.00	2.50	0.70	0.02	0.20	—	0.20	1.00	0.50

【用途】 广泛用于汽车工业和机械工业。可作为良好的固体润滑材料。在高温、低温、高负荷、高转速、有化学腐蚀以及现代超真空条件下，对设备有优异的润滑性。添加在润滑油、润滑脂、聚四氟乙烯、尼龙、石蜡、硬脂酸中可起提高润滑和降低摩擦的功效。延长润滑周期、降低费用、改善工作条件。还可作有色金属的脱膜剂和锻模润滑剂。

【制法】

(1) 辉钼矿提纯法　辉钼精矿（含 MoS_2 为 75%）经盐酸、氢氟酸在直接蒸汽加热下，搅拌数小时反复处理 3～4 次后，除去硅、铁等有害杂质，使 MoS_2 含量达 97% 以上，用热水洗涤数次，离心分离，并用水洗至中性，在 110℃ 干燥、粉碎，即得二硫化钼成品。其反应式如下：

$$SiO_2+4HF \longrightarrow SiF_4+2H_2O$$

$$Fe_2O_3+6HCl \longrightarrow 2FeCl_3+3H_2O$$

$$CaCO_3+2HCl \longrightarrow CaCl_2+H_2O+CO_2\uparrow$$

$$MgCO_3+2HCl \longrightarrow MgCl_2+H_2O+CO_2\uparrow$$

(2) 合成法　钼精矿经焙烧得到三氧化钼，再经氨浸，生成钼酸铵溶液，送入硫化器，通入硫化氢进行硫化，使钼酸铵转化为硫代钼酸铵。加盐酸酸化至 pH＝2～3，使硫代钼酸铵转变为三硫化钼沉淀。三硫化钼经离心分离，并用温水洗涤至中性，干燥、粉碎后，于 950℃ 左右进行热解脱硫，粉碎，即得二硫化钼成品。其反应式如下：

$$2MoS_2+7O_2 \longrightarrow 2MoO_3+4SO_2\uparrow$$

$$MoO_3+2(NH_3\cdot H_2O) \longrightarrow (NH_4)_2MoO_4+H_2O$$

$$(NH_4)_2MoO_4+4H_2S \longrightarrow (NH_4)_2MoS_4+4H_2O$$

$$(NH_4)_2MoS_4+2HCl \longrightarrow MoS_3+2NH_4Cl+H_2S\uparrow$$

$$MoS_3 \longrightarrow MoS_2+S$$

【安全性】

毒性及防护：最高容许浓度为 $6mg/m^3$。其余参见氧化钼。

包装及贮运：用清洁聚乙烯塑料袋密封，或外用纤维桶包装，每袋(桶)净重 1kg 或 15kg。危规编号：GB 3.2 类 32193。贮存于通风、干燥的库房中，容易受潮，包装必须严密不漏气，用毕将袋口扎紧或将盖盖紧，以免黏结。不可与氧化剂共贮混运。运输时防雨淋、防日光曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土、各种灭火器扑救。

【生产单位】 洛阳栾川钼业集团股份有限公司，天津四方化工有限公司，长沙市华京粉体材料科技有限公司。

Ap005 六氟化钼

【别名】 氟化钼；荧光钼(Ⅵ)；氟化钼(Ⅵ)

【英文名】 molybdenum fluoride

【结构式】 MoF_6

【分子量】 209.930

【物化性质】 六氟化钼为白色立方结晶，极易吸潮，在潮湿空气中放出蓝白色烟雾，易挥发成气体。相对密度 2.30，熔点

17.5℃，沸点35℃，熔融热为4.33kJ/mol，汽化热为27.7kJ/mol。在水中能水解，能溶于无水氢氟酸中，溶解度为1.5mol/1000gHF。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
六氟化钼(MoF_6)/%	≥	99
氧(O_2)/$\times 10^{-6}$	<	200
氮(N_2)/$\times 10^{-6}$	<	300
氢(H_2)/$\times 10^{-6}$	<	30
活性氟(F)/$\times 10^{-6}$	<	50

【用途】 用作强氟化剂、成膜材料及离子掺杂。

【制法】 合成法：将冷的、干燥的氟气与金属钼于250～300℃直接进行氟化，其中MoF_6粗品在－5～5℃回收，经真空蒸馏即可制得。

【安全性】

毒性及防护：本品有毒，TLV值为$5mg/m^3$。

包装及贮运：用0.7L、1L、3L的钢瓶装。

【生产单位】 天津长芦华信化工股份有限公司。

Ap006 钼酸铵

【英文名】 ammonium molybdate

【结构式】 $(NH_4)_6Mo_7O_{24}\cdot 4H_2O$

【分子量】 1235.86

【物化性质】 无色或浅黄绿色单斜结晶，相对密度2.498。溶于水、酸和碱中，不溶于醇。加热至90℃时失去1个结晶水，190℃时分解成氨、水和三氧化钼。放置于空气中风化，失去一部分氨。

【质量标准】 国家标准GB/T 3460—2007

产品牌号		MSA-0	MSA-1	MSA-2	MSA-3
钼含量(以MoO_2计)(质量分数)/%		二钼酸铵、四钼酸铵中钼含量不小于56，七钼酸铵中钼含量不小于54			
杂质含量(以MoO_2为基)(质量分数)/% ≤	Al	0.0005	0.0005	0.0006	0.0010
	Bi	0.0005	0.0005	0.0005	0.0006
	Ca	0.0008	0.0008	0.0010	0.0020
	Cd	0.0005	0.0005	0.0005	0.0006
	Cu	0.0003	0.0003	0.0005	0.0006
	Fe	0.0006	0.0006	0.0008	0.0010
	Mg	0.0006	0.0006	0.0006	0.0010
	Ni	0.0003	0.0003	0.0005	0.0008
	Na	0.0010	0.0010	0.0030	0.0050
	P	0.0005	0.0005	0.0005	0.0010
	Pb	0.0005	0.0005	0.0005	0.0006
	Sn	0.0005	0.0005	0.0005	0.0006
	Si	0.0005	0.0005	0.0010	0.0020
	Sb	0.0005	0.0005	0.0005	0.0006
	Mn	0.0003	0.0003	0.0006	0.0008
	K	0.010	0.010	0.040	0.080
	W	0.015	—	—	—
	As	0.0005	—	—	—

【用途】 用作石油工业的催化剂，冶金工业中用于制取钼，是制造陶瓷釉彩、颜料及其他钼化合物的原料。

【制法】 氨法：钼精矿经氧化焙烧生成三氧化钼，氨浸、净化后，与硝酸作用，再经分离、干燥、筛分，即得成品。其反应式如下：

$$2MoS_2 + 7O_2 \longrightarrow 2MoO_3 + 4SO_2 \uparrow$$

$$7MoO_3 + 6NH_3 + 7H_2O \longrightarrow (NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见三氧化钼。

包装及贮运：用铁桶或木桶包装，内衬两层聚乙烯塑料袋扎紧，每桶净重50kg。应贮存于阴凉、干燥的库房中，防止受热、防潮及撞击。不可与酸类物品共贮混运。运输时防止雨淋、防日光曝晒，装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水和各种灭火器扑救。

【生产单位】 金堆城钼业股份有限公司，洛阳栾川钼业集团股份有限公司，锦州新华龙钼业股份有限公司，东台市峰峰钨钼制品有限公司，天津四方化工有限公司，北京化工厂。

Ap007 钼酸钡

【别名】 钼酸钡；(T-4) 钼酸钡 (1∶1)；钼氧化钡；氧化钡钼，99.9%

【英文名】 barium molybdate

【结构式】 $BaMoO_4$

【分子量】 297.27

【物化性质】 白色或浅绿色粉末或块状物。相对密度4.65，熔点1480℃。不溶于水，微溶于酸类。对金属有良好的黏着性能，有毒！

【质量标准】 参考企业标准沪 Q/HG 11-137—82

指标名称	指标		
外观	白色或淡绿色粉末或块状物		
钼酸钡($BaMoO_4$)/% ≥	70	80	90
水分/% ≤	5	5	5

【用途】 用作搪瓷产品的黏着剂，使珐琅与铁黏附牢固，亦可用于除去石脑油中的硫。

【制法】 复分解法：钼精矿经氧化焙烧，用液碱浸取得钼酸钠溶液，在搅拌下，加入氯化钡溶液进行反应，生成钼酸钡沉淀，沉淀物经离心分离、水洗、干燥，即得钼酸钡成品。其反应式如下：

$$2MoS_2 + 7O_2 \longrightarrow 2MoO_3 + 4SO_2 \uparrow$$

$$MoO_3 + 2NaOH \longrightarrow Na_2MoO_4 + H_2O$$

$$Na_2MoO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaMoO_4 \downarrow + 2NaCl$$

【安全性】

毒性及防护：参见三氧化钼。

包装及贮运：用内衬清洁聚乙烯塑料袋的纤维桶包装，每桶净重40kg。注意防止塑料袋口产生裂缝。包装上应有明显的“有毒品”标志。贮存于通风、干燥的库房，使用时如遇空气潮湿，粉剂容易吸潮，需过筛。用毕将袋口扎紧或将盖盖紧，以免黏结。不可与食用物品共贮混运。运输时要防雨淋、日光曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 东台市峰峰钨钼制品有限公司，天津四方化工有限公司。

Ap008 钼酸钠

【别名】 二水合钼酸钠；钼酸钠，二水；钼酸钠二水合物

【英文名】 sodium molybdate

【结构式】 $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$

【分子量】 241.95

【物化性质】 白色菱形结晶，相对密度3.28。微溶于水，不溶于丙酮。加热到100℃失去结晶水变成无水物。有毒！

【质量标准】 参考企业标准 Q/JDC 013—2012（金堆城钼业）

产品规格	特级品	一级品	二级品	三级品
Mo 含量/%	39.5	39.3	39.0	38.5
水不溶物/%	0.01	0.05	0.1	—
pH 值(5%的水溶液)	7.5～9.5	7～10	—	—

注：其他杂质元素根据用户需求提供实测值。

【用途】 用于制造生物碱及其他物质的试剂，也用于染料、钼红颜料、催化剂、钼盐和耐晒色淀沉淀剂。是制造阻燃剂的原料和无公害型冷却水系统的金属腐蚀抑制剂，以及作为动植物必需的微量成分。

【制法】 液碱萃取法：钼精矿经氧化焙烧生成三氧化钼，再用液碱浸取，得到钼酸钠溶液，浸出液经抽滤、蒸发浓缩，浓缩液经冷却结晶、离心分离，在 70～80℃ 温度下干燥，即得钼酸钠成品。其反应式如下：

$$2MoS_2+7O_2 \longrightarrow 2MoO_3+4SO_2\uparrow$$

$$MoO_3+2NaOH+H_2O \longrightarrow Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见三氧化钼。

包装及贮运：内销产品为塑料编织袋内衬一层聚乙烯塑料袋用绳扎口，外包装用绳缝口，每袋净重 25kg。出口产品为内衬一层塑料袋用绳扎口，外包装为铁桶，桶盖加胶圈用铅封，每桶净重 50kg。贮存于通风、干燥的库房中，注意防潮。使用时如遇空气潮湿，粉剂容易吸潮，需过筛。用毕将袋口扎紧或将盖盖紧，以免黏结。运输时要防雨淋，防日光曝晒，装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。不可与食用物品共贮混运。失火时，可用水、砂土、各种灭火器扑救。

【生产单位】 金堆城钼业股份有限公司，东台市峰峰钨钼制品有限公司，天津四方化工有限公司，上海胶体化工厂，北京化工厂。

Ap009 钼酸锌

【别名】 氧化钼锌；钼酸锌，>98%

【英文名】 zinc molybdate

【结构式】 $ZnMoO_4$

【分子量】 225.328

【物化性质】 白色粉末。能释放出钼酸离子在钢铁表面形成复合的不溶物，有防锈蚀作用。

【质量标准】 参考企业标准沪 Q/HG 14-744—81

指标名称	指标
外观	白色粉末
水分/% ≤	1
水溶物/% ≤	2
吸油量/% ≤	32
氯化物/% ≤	0.1

【用途】 主要用作无毒防锈颜料。

【制法】 合成法：氧化锌与钼酸钠或钼酸进行化合反应，同时再加入一定量的体质颜料，经洗涤、过滤、干燥、粉碎，即得钼酸锌成品。其反应式如下：

$$ZnO+Na_2MoO_4 \longrightarrow ZnMoO_4+Na_2O$$

【安全性】 用胶合板桶、纸桶或纸袋包装，内衬牛皮纸、防潮纸或聚乙烯塑料袋。每桶或每袋净重 25kg 或 50kg。贮存于干燥通风处，包装密封，注意防潮。切勿与酸、碱、油类及可燃性物品等共贮混运。运输时要防雨淋、防日光曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 江苏舜驰钨钼制品有限公司，上海骏马化工有限公司。

Ap010 磷钼酸

【别名】 十二磷钼酸

【英文名】 phosphomolybdic acid

【结构式】 $H_3PO_4 \cdot 12MoO_3$

【分子量】 1825.254

【物化性质】 磷钼酸为黄色菱形结晶或结晶粉末，相对密度 3.15，熔点 70～80℃，溶于水、乙醇、乙醚。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
磷钼酸/% ≤	95
氯(Cl)/% ≤	0.002
铁(Fe)/% ≤	0.003
重金属(以 Pb 计)/% ≤	0.004

【用途】 主要用作氧化还原催化剂，如直接氧化甲烷为甲醛，丙烯氧化为丙烯醛、丙酮等；也用于缓蚀剂、高速公路路标的颜料。

【制法】 三氧化钼-磷酸法：以三氧化钼和磷酸为原料制备磷钼酸，反应式如下：

$$12MoO_3 + H_3PO_4 + xH_2O \longrightarrow H_3PO_4 \cdot 12MoO_3 \cdot xH_2O$$

将三氧化钼加入到反应器中，并按三氧化钼：水（质量比）＝1：10 加入水，搅拌均匀后再加入 85%磷酸（三氧化钼：磷酸摩尔比为 12：1），煮沸 3h 进行反应，反应前溶液为乳白色，反应初期金黄色，后期为绿色。反应进行中应保持反应液平稳沸腾并加水保持液面高度，反应后期 pH 值控制在 10 左右，再经真空抽滤除去滤渣，滤液滴加 30%的过氧化氢，使溶液由绿色转变至黄色。然后蒸发浓缩至溶液温度为 105℃时，将溶液缓慢冷却、结晶、离心分离制得。

【生产单位】 北京化工厂，昆山兴邦钨钼科技有限公司，苏州化工研究所有限公司，江苏舜驰钨钼制品有限公司。

Ap011 偏钛酸

【别名】 钛酸

【英文名】 metatitanic acid；titanic acid

【结构式】 H_2TiO_3

【分子量】 97.92

【物化性质】 白色粉末。不溶于无机酸和碱（新沉淀的偏钛酸除外），不溶于水。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
二氧化钛(TiO_2)/% ≥	90

【用途】 用于制备纯硫酸钛。亦可用作化学纤维的消光剂、催化剂和海水中铀的吸附剂。

【制法】 硫酸法：钛铁矿与硫酸作用生成硫酸氧钛，经净化、冷冻除硫酸亚铁、压滤、浓缩后，再将硫酸氧钛水解，然后水洗、过滤、烘干，得到偏钛酸。其反应式如下：

$$FeTiO_3 + 3H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + Ti(SO_4)_2 + 3H_2O$$

$$FeTiO_3 + 2H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + TiOSO_4 + 2H_2O$$

$$Ti(SO_4)_2 + H_2O \longrightarrow TiOSO_4 + H_2SO_4$$

$$TiOSO_4 + 2H_2O \longrightarrow H_2TiO_3 + H_2SO_4$$

【安全性】 内衬聚乙烯塑料袋，外套编织袋包装，每袋净重 50kg。应贮存在阴凉、干燥的库房中。包装密封，防潮。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 北京化工厂。

Ap012 碳化钛

【英文名】 titanium carbide

【结构式】 TiC

【分子量】 59.878

【物化性质】 碳化钛为灰白色金属样粉末，属氯化钠型立方结晶系，相对密度 4.93，熔点 3140℃，沸点 4820℃，极硬，莫氏硬度 9～10，显微硬度 $3000kg/mm^2$，弹性模量 $2940N/mm^2$，抗弯强度 240～$400N/mm^2$，热传导系数 $7.74 \times 10^{-6}/K$，热导率 21W/（m·K），生成热－183.4kJ/mol，室温电阻 60μΩ。不溶于水，溶于硝酸。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指 标				
		TiC-M			TiC-01	TiC-02
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ		
粒度/μm	≥	0.50～0.99	约 150	1-2	0.9-1.5	0.6-0.9
钛(Ti)/%	≥	19.4	19.0	19.2	17.0	17.0
氮(N)/%	≤				2.0	2.0
氧(O)/%	≤	0.2	2.0	0.8	2.0	2.0
铁(Fe)/%	≤	0.1	0.3	0.3	0.2	0.1

【用途】 用作切削工具材料的添加剂和金属铋、锌、镉熔融坩埚，制备半导体耐磨薄膜，HDD 大容量记忆装置。

【制法】 二氧化钛还原法：以二氧化钛和炭黑为原料制备碳化钛。将高纯二氧化钛和炭黑按质量比 68.5∶31.5 的比例充分混合，干粉混合物加压成型（块），用水平碳管炉或立式碳管炉在氢气气氛下，于 1900～2300℃还原制得块状 TiC，经粉碎得粉末产品。其反应式如下：

$$TiO_2+3C \longrightarrow TiC+2CO$$

直接法：以海绵钛和炭黑为原料制备碳化钛。海绵钛和炭黑按比例混合，在高纯氢气流中加热至 1500～1700℃，反应制得碳化钛，其反应式如下：

$$Ti+C \longrightarrow TiC$$

【生产单位】 阿法埃莎（中国）化学有限公司。

Ap013 二氧化钛

【别名】 钛白

【英文名】 titanium dioxide; titanium white

【结构式】 TiO_2

【分子量】 79.88

【物化性质】 白色粉末。有板钛型、锐钛型和金红石型三种晶形，工业上利用的主要是后两种。金红石型相对密度 4.26，熔点 1830～1850℃。锐钛型相对密度 3.84。化学性质相当稳定，不溶于水、有机酸和弱无机酸，可溶于浓硫酸、碱和氢氟酸。折射率：金红石型为 2.70，锐钛型为 2.55。具有优异的颜料性能，无毒。

【质量标准】

1. 国家标准《颜料用二氧化钛》GB 1706—2006

特 性		要 求				
		A 型		R 型		
		A1	A2	R1	R2	R3
TiO_2的质量分数/%	≥	98	92	97	90	80
105℃挥发物的质量分数/%	≤	0.5	0.8	0.5	商定	
水溶物的质量分数/%	≤	0.6	0.5	0.6	0.5	0.7
筛余物(45μm)的质量分数/%	≤	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
颜色		与商定的参比样相近				
散射力		商定				
在(23±2)℃和相对湿度(50±5)%下预处理24h后105℃挥发物的质量分数/%	≤	0.5	0.8	0.5	1.5	2.5
水悬浮液 pH 值 吸油量		商定				
水萃取液电阻率		—	商定	—	商定	

2. 国家标准《纳米二氧化钛》GB/T 19591—2004

项　　目		指　　标	
		nm-TiO_2（A）	nm-TiO_2（R）
TiO_2的质量分数①/%	≥	90	
电镜平均粒径/nm	≤	100	
XRD 线宽化法平均晶粒/nm	≤	100	
比表面积/(m^2/g)	≥	90	35
团聚指数	≤	100	
Hg 的质量分数②/%	≤	0.0001	
As 的质量分数②/%	≤	0.0005	
Pb 的质量分数②/%	≤	0.001	
水分的质量分数/%	≤	2	
pH 值		6～8	
白度/度	≥	90	
堆密度/(g/cm^3)	≤	0.5	0.9

① 由于表面涂覆造成二氧化钛的质量分数低于 90% 可视为合格，但其中二氧化钛应为主体物质。

② 为化妆品、医药添加剂控制指标。

【用途】 涂料工业作为白色颜料和瓷器釉药。用作造纸工业的涂料和填料以改进纸张的可印性和不透明度。在冶炼工业中用作制海绵钛、钛铁合金、硬质合金等。用于制绝缘体、电焊条、搪瓷等。还可用于合成纤维、塑料、橡胶、印刷、印染、化妆品工业以及用作医药填料和食品添加剂。

【制法】 硫酸法：将钛铁矿粉碎成一定细度的矿粉，再与浓硫酸进行酸解反应，生成块状固相物，用水浸取后，得到钛液(含硫酸氧钛和硫酸亚铁及大量杂质)。通过沉降除去杂质。经冷冻分离除掉硫酸亚铁。添加晶种使硫酸氧钛水解生成偏钛酸(水合二氧化钛)，经漂洗，在 800～1000℃下煅烧，得到二氧化钛，经粉碎直接作为产品，亦可再继续进行后处理。其反应式如下：

$$TiO_2 \cdot FeO + 2H_2SO_4 \longrightarrow TiOSO_4 + FeSO_4 + 2H_2O$$

$$TiOSO_4 + 2H_2O \longrightarrow TiO_2 \cdot H_2O \downarrow + H_2SO_4$$

$$TiO_2 \cdot H_2O \longrightarrow TiO_2 + H_2O$$

氯化法：将金红石或高钛渣原料粉碎成一定粒度与焦炭混合，于 900℃在流化床中进行氯化，生成四氯化钛，经净化，加入晶形转化剂，在 1300℃左右进行氧化反应，生成二氧化钛，再继续进行后处理，经过滤水洗、干燥、粉碎，得到成品二氧化钛。其反应式如下：

$$3TiO_2 + 4C + 6Cl_2 \longrightarrow 3TiCl_4 + 2CO + 2CO_2$$

$$TiCl_4 + O_2 \longrightarrow TiO_2 + 2Cl_2$$

【安全性】
毒性及防护：长期受二氧化钛粉尘作用使人的肺部出现弥漫性肺硬化、支气管炎，以致支气管扩张，最高容许浓度为 10mg/m^3。空气中含尘量高时，使用防毒口罩，穿防尘工作服。操作人员定期进行体检。
包装及贮运：内衬聚乙烯塑料袋，外用聚丙烯编织袋包装，每袋净重 25kg。非危险品，贮存在通风、干燥的库房中，防潮湿，防结块。注意清洁，不要与有色粉末物质堆放在一起。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 攀钢集团钛业有限责任公司，中核华原钛白股份有限公司，镇江钛白粉股份有限公司，重庆渝港钛白粉股份有限公司，南京钛白化工有限责任公司，佰利联化工股份有限公司，宜兴市振奋药用化工有限公司。

Ap014 三氯化钛

【英文名】 titanium trichloride

【结构式】 $TiCl_3$

【分子量】 154.24

【物化性质】 暗紫色结晶。相对密度 2.64，不稳定，熔点 440℃，沸点 660℃。易溶于乙醇、盐酸，不溶于乙醚和苯。有

强还原性，遇水与空气立即分解，生成氯化氢和钛的氧化物、氢氧化物和氯氧化物。干燥粉末在空气中流动能自燃。

【质量标准】 企业标准 京 Q/SHX-04—81

指标名称	指标			
	TAC-141	TAC-101	TAC-131	TAC-191
全 Ti 质量分数/%	24±1.0	24±1.0	24±1.0	24±1.0
全 Cl 质量分数/%	71±1.0	71±1.0	71±1.0	71±1.0
全 Al 质量分数/%	4.5±0.5	4.5±0.5	4.5±0.5	4.5±0.5
全 Fe 质量分数/% <	0.05	0.05	0.05	0.05
$TiCl_4$质量分数/% <	0.5	0.5	0.5	0.5
甲醇不溶物质量分数/% <	0.1	0.1	0.1	0.1
297μm 以上质量分数/% <	—	1.0	—	—
177μm 以上质量分数/% <	1.0	—	1.0	1.0
44μm 以下质量分数/%	55±3	55±3	42±5	≥80
15μm 以下质量分数/% <	10	—	10	—
活性度 ≥	120.0	120.0	120.0	120.0
精制聚合物总收率/% ≥	95.0	95.0	95.0	94.0

【用途】 主要用作强还原剂，α-烯烃聚合的催化剂，用于偶氮染料分析。

【制法】 铝还原法：用过量的四氯化钛与铝粉在 136℃下进行反应，三氯化铝作为引发剂生成三氯化钛与三氯化铝。加热蒸出过量的四氯化钛，回收可循环使用。同时使三氯化铝升华，得到成品三氯化钛。其反应式如下：

$$3TiCl_4 + Al \longrightarrow 3TiCl_3 + AlCl_3$$

【安全性】 用氮封铁桶包装，每桶净重 180kg。属无机其他腐蚀物品，危规编号：GB 4.2 类 42008。UN No.2441；IMDG CODE 8238 页，4.2 类，副危险 8 类。应贮存于通风、阴凉、干燥的库房中。包装必须密封。运输中应防碰撞、防潮、防雨淋、防日光曝晒，装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用砂土扑救，但不可用水。

【生产单位】 北京化工厂，阿法埃莎（中国）化学有限公司。

Ap015 四氯化钛

【英文名】 titanium tetrachloride

【结构式】 $TiCl_4$

【分子量】 189.69

【物化性质】 无色或略带黄色透明液体。相对密度 1.726，沸点 136.4℃，熔点 −25℃。可溶于稀盐酸、乙醇，遇水分解，生成难溶性的羟基氯化物和氢氧化物，在潮湿空气中分解成二氧化钛和氯化氢，发生大量烟雾，有强烈的刺激性气味。

【质量标准】 有色金属行业标准 YS/T 655—2007

级别	化学成分(质量分数)/%				色度 ≤
	$TiCl_4$ ≥	杂质≤			
		$SiCl_4$	$VOCl_3$	$FeCl_3$	
一级	99.96	0.01	0.0012	0.001	$5mgK_2Cr_2O_7/L$
二级	99.94	0.01	0.0024	0.002	$5mgK_2Cr_2O_7/L$
三级	99.92	0.03	0.0024	0.003	$8mgK_2Cr_2O_7/L$

注：四氯化钛的质量分数为 100%减去表中杂质实测值总和后的余量。

【用途】 是制取海绵钛和氯化法钛白的主要原料，用作乙烯聚合催化剂的重要组分。用于制造颜料和钛有机化合物以及国防上用的烟幕剂。同时也是溶解合成树脂、橡胶、塑料等多种有机物的良好溶剂。

【制法】 氯化法：将高钛渣与石油焦按一定比例配料，粉碎，通入氯气进行反应，生成四氯化钛气体，经过冷凝，得到液化的四氯化钛液体，过滤、蒸馏，得到四氯化钛成品。其反应式如下：

$$TiO_2+2C+2Cl_2 \longrightarrow TiCl_4+2CO\uparrow$$

$$TiO_2+C+2Cl_2 \longrightarrow TiCl_4+CO_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：能使人患有慢性支气管炎，慢性肥厚性鼻炎、咽炎，植物神经系统机能紊乱，腱反射增强，眼睑和手震颤，多汗。接触10%四氯化钛溶液的人，出现热灼伤较难愈合。本品最高容许浓度（按空气中氯化氢含量计算）为 $1mg/m^3$。接触四氯化钛烟雾时，使用工业过滤防毒面具。要保护眼睛，保护皮肤。如溅落皮肤上，先用棉纱擦掉，再用水充分洗净。

包装及贮运：铁路槽车50t装，用铁桶包装，每桶净重50kg、100kg。包装上应有明显的“无机酸性腐蚀物品”标志。属一级无机酸性腐蚀物品，危规编号：GB 8.1 类 81051，UN No.1838；IMDG CODE 8236 页，8.1 类。应贮存在通风、干燥的库房中，不可久贮。遇热汽化，必须用耐压特制铁路槽车运输。保持包装完整，避免破损。防止雨淋或受潮，防日光曝晒。装卸时要轻拿轻放。失火时，可用砂土扑救，不可用水。

【生产单位】 天津市渤海化工集团，北京化工厂，梯希爱（上海）化成工业发展有限公司。

Ap016 四氟化钛

【英文名】 titanium tetrafluoride

【结构式】 TiF_4

【分子量】 123.861

【物化性质】 四氟化钛为有吸湿性的白色粉末，相对密度2.798，熔点284℃，常压下284℃即升华。易溶于水并分解，不溶于乙醚。在100℃时与硅氯仿反应生成硅氟仿，可与某些胺类及吡啶等形成加合物。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
四氟化钛(TiF_4)/% ≥	99

【用途】 用于成膜材料及离子注入掺杂。在微电子工业上用于化学气体沉积，以制作低电阻、高熔点的互连线。

【制法】 以四氯化钛和氟化氢为原料制备四氟化钛，将50%的四氯化钛按化学计量比的量装入铂制或铜制的反应器中，滴加氟化氢使其反应，将反应物静置数小时，再徐徐加热，加热至200℃时蒸馏出含氟化氢的氯化氢，再继续升温至284℃以上使四氟化钛升华，经冷却即得到四氟化钛粉末产品，用密封的铜制容器贮存。其反应如下：

$$TiCl_4+4HF \longrightarrow TiF_4+4HCl$$

【生产单位】 阿法埃莎（中国）化学有限公司。

Ap017 硫酸氧钛

【英文名】 titanyl sulfate

【结构式】 $TiOSO_4$

【分子量】 159.94

【物化性质】 白色或稍带黄色粉末，有潮解性。相对密度约1.47。溶于水，在热水中易水解。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
硫酸氧钛($TiOSO_4$)/%	46～50
硫酸(H_2SO_4)/%	35～40

【用途】 可用作纤维织物媒染剂，还用作还原剂和染料褪色剂。用于电镀行业，代

替铬酐进行无铬钝化。

【制法】 酸解法偏钛酸与硫酸作用制得硫酸氧钛。其反应式如下：

$$H_2TiO_3+H_2SO_4 \longrightarrow TiOSO_4+2H_2O$$

【安全性】 内衬聚乙烯塑料袋，外用纸箱或编织袋包装，每袋净重 20kg。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，防止潮湿，勿与酸类共贮混运。运输时防雨淋，防日光曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 上海瀚鸿化工科技有限公司。

Ap018 钛酸锂

【英文名】 lithium titanate

【结构式】 Li_2TiO_3

【分子量】 109.747

【物化性质】 钛酸锂为白色粉末，熔点 1520～1564℃，不溶于水，有很强的助熔性质。

【质量标准】 有色金属行业标准 YS/T 825—2012

主含量/%	Li	5.80～6.70
	Ti	50.14～52.14
杂质含量/%	Fe	≤0.01
	Cu	≤0.005
	Na	≤0.03
	Ca	≤0.03

【用途】 用于含钛釉原料，用量少即具有助熔性质，可用作助熔剂。

【制法】 将等摩尔偏钛酸和氢氧化锂反应，经过滤、分离、干燥制得。其反应式如下：

$$H_2TiO_3+2LiOH \longrightarrow Li_2TiO_3+2H_2O$$

【生产单位】 阿法埃莎（中国）化学有限公司，新疆锂盐厂，河北雄威化工股份有限公司。

Ap019 钛酸钾

【别名】 偏钛酸钾

【英文名】 potassium titanate

【结构式】 K_2TiO_3

【分子量】 174.062

【物化性质】 钛酸钾为白色固体，相对密度 3.1，熔点 1515℃，与水反应生成强碱性溶液。

【质量标准】 参考标准

项　　目		指标
TiO_2质量分数/%	≥	60～65
K_2O质量分数/%	≤	25～32
S质量分数/%	≤	0.03
P质量分数/%	≤	0.03

【用途】 钛酸钾是焊药剂的新型添加剂，可降低电弧电压、稳定电弧、减少飞溅，使用性能优越，焊缝细密。可广泛应用于低氢焊条，交直流两用焊条，以及不锈钢焊条。

【制法】 固相法：以二氧化钛和碳酸钾为原料来制备钛酸钾。将等摩尔的二氧化钛和碳酸钾充分混合并研磨，之后放入加热炉中，于 1000～1200℃ 煅烧，最后经粉碎、研磨即得产品。其反应式如下：

$$TiO_2+K_2CO_3 \longrightarrow K_2TiO_3+CO_2$$

液相法：以水合二氧化钛和氢氧化钾为原料来制备钛酸钾。将水合二氧化钛和氢氧化钾充分混合，再加热至 160～170℃使之反应，得到钛酸钾沉淀，经过滤分离、干燥即得产品。其反应式如下：

$$TiO_2 \cdot H_2O+2KOH \longrightarrow K_2TiO_3+2H_2O$$

【安全性】 本品安全无毒，可使用复合袋包装，每袋净重 25kg。贮存运输时避免雨水。

【生产单位】 宜兴市振奋药用化工有限公司，上海典扬实业有限公司，上海晶须复合材料制造有限公司，阿法埃莎（中国）化学有限公司，北京化工厂。

Ap020 钛酸锶

【英文名】 strontium titanate

【结构式】 $SrTiO_3$

【分子量】 183.52

【物化性质】 白色立方晶体。相对密度5.13，熔点2080℃。具有高折射率及高介电常数，有毒!

【质量标准】 参考企业产品指标（南通奥新电子有限公司）

项目	牌号		
	ST-301	ST-201	ST-101
SrO/TiO_2(摩尔比)	1.000±0.03	1.000±0.02	1.000±0.01
BaO 质量分数/%	<1.0	<0.1	<0.05
Fe_2O_3质量分数/%	<0.1	<0.03	<0.01
K_2O+Na_2O 质量分数/%	<0.1	<0.03	<0.01
Al_2O_3质量分数/%	<0.50	<0.2	<0.1
SiO_2质量分数/%	<0.50	<0.2	<0.1
应用范畴	压敏电阻、陶瓷电容器		光学玻璃、碳粉、精细电子陶瓷
颗粒尺寸/μm	0.5～2.0(可调)		
含水量质量分数/%	<0.3		
灼烧减量质量分数/%	<0.5		

【用途】 是电子工业的重要原料，用以自动调节加热元件和制造具有消磁作用的元器件。在陶瓷领域中用作制造陶瓷电容器、压电陶瓷材料、陶瓷敏感元件、微波陶瓷元件。还可用作颜料、搪瓷、耐热材料、绝缘材料。钛酸锶单晶可用作光学材料及人造宝石。

【制法】 草酸沉淀法：将高纯四氯化钛、氯化锶、高纯草酸配成一定浓度的溶液，然后氯化锶和四氯化钛按一定的配比制成锶钛混合液，在60～70℃下缓慢地加入到草酸溶液中，反应1h左右，得到草酸氧钛锶［$SrTiO(C_2O_4)_2\cdot 4H_2O$］沉淀，经洗涤、烘干、煅烧，制得钛酸锶粉体。其反应式如下：

$$SrCl_2+TiCl_4+2H_2C_2O_4+5H_2O \longrightarrow SrTiO(C_2O_4)_2\cdot 4H_2O\downarrow +6HCl$$

$$SrTiO(C_2O_4)_2\cdot 4H_2O \longrightarrow SrTiO_3+4H_2O+2CO_2+2CO$$

【安全性】

毒性及防护：有毒化学品，参见钛酸钡。

包装及贮运：内衬聚乙烯塑料袋，外用胶合板圆桶或编织袋包装，每桶（袋）净重25kg、50kg。应贮存在阴凉、通风、干燥、清洁的库房中，密封保存，防潮。运输时要防雨淋、防日光曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 国药集团化学试剂有限公司，阿法埃莎（中国）化学有限公司，百灵威科技有限公司，成都西亚试剂有限公司，南通奥新电子有限公司，上海典扬实业有限公司。

Ap021 氟钛酸钾

【英文名】 potassium fluotitanate

【结构式】 $K_2TiF_6\cdot H_2O$

【分子量】 258.08

【物化性质】 无色单斜片状结晶，32℃时失去结晶水，熔点780℃。微溶于无机酸和冷水，可溶于热水，不溶于氨。有毒!

【质量标准】 国家标准 GB/T 22668—2008

牌号	化学成分(质量分数)/%						
	K_2TiF_6	Si	Fe	Cl	Ca	Pb	H_2O
	≥	≤					
PFT-1	99	0.05	0.02	0.05	0.05	0.01	0.10
PFT-2	97	0.30	0.10	0.10	0.10	0.05	0.30

注：1. 测定值或其计算值与表中规定的极限数值作比较的方法按 GB/T 1250 中第 5.2 的规定进行。

2. 需方如对表中规定的各指标有特殊要求时，可由供需双方另行商定，并在合同中注明。

【用途】 可用作聚丙烯合成的催化剂。

【制法】 合成法：氢氟酸与偏钛酸作用生成氟钛酸，然后再用氢氧化钾中和制取氟钛酸钾。其反应式如下：

$$6HF + H_2TiO_3 \longrightarrow H_2TiF_6 + 3H_2O$$

$$H_2TiF_6 + 2KOH \longrightarrow K_2TiF_6 \cdot H_2O + H_2O$$

【安全性】 用铁桶包装，内充氮气密封，每桶净重 150kg。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中。容器必须密封，防潮，勿与酸类及食品共贮混运。运输时要防雨淋、防日光曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 阿法埃莎（中国）化学有限公司，浙江东阳市荣胜化工公司，常熟市鸿嘉氟科技有限公司，佛山市南海双氟化工有限公司。

Ap022 氯化铝钛

【英文名】 titanium aluminium chloride

【结构式】 Ti_3AlCl_{12}

【分子量】 596.12

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
总钛/%	24±1.0
总氯/%	71±1.0
总铝/%	4.5±0.5
总铁/% ≤	0.05
四氯化钛($TiCl_4$)/% ≤	0.5

【用途】 丙烯聚合的主催化剂。

【制法】 合成法：将过量的四氯化钛与铝于反应干燥器内在常压、沸点温度下进行反应，然后蒸出过量的四氯化钛。半成品槽抽真空，抽出反应干燥器未蒸出的残量，再经振动磨进行活化，然后气流分级、筛选，制得氯化铝钛成品。其反应式如下：

$$3TiCl_4 + Al \longrightarrow Ti_3AlCl_{12}$$

【安全性】 用铁桶包装，内充氮气密封保护，每桶净重 180kg 左右。应贮存于阴凉、通风、干燥的库房中。运输中防止碰击、防水、防雨淋、防日光曝晒，勿与酸类和食品共贮混运。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。灭火时，可用砂土扑救，但不可用水。

【生产单位】 北京向阳化工厂。

Aq 稀土化合物

元素周期表中原子序数从 57 号镧（La）和铈（Ce）起到 71 号镥（Lu）之间性能非常相似的 15 种元素称镧系元素，又因位于镧上方的元素钇（Y）和钪（Sc）也性质类似，共计 17 个元素称为稀土元素。本系列收集国内已有生产的稀土元素化合物产品共 27 个。

世界上稀土资源储量较大，现生产能力超过需要，世界总储量以稀土氧化物计为 3500 万吨，可加工储量约 700 万吨。镧系组成约占地壳的 0.008%，其中铈是最丰富的元素，约占 50%。镧系元素分布广，存在于许多矿物中，但有工业价值的仅 2 种，即氟碳铈镧矿和独居石。

氟碳铈镧矿经粉碎、浮选可得含镧系氧化物（La_2O_3）60%的浓缩物，经焙烧进一步用盐酸浸取，可将镧系和大部分铈分离，铈滤饼中约含二氧化铈 65%～90%，其他为镧系元素和少量盐酸不溶的稀土氟化物，滤液中为可溶的镧系氯化物，用相应的有机溶剂萃取，可得各种稀土元素，或加工成相应的硝酸盐、硫酸盐、氢氧化物等之后，再加工制造成各种相应的稀土元素化合物。

独居石为含钍-稀土的磷酸盐矿，常与其他矿物共存，独居石中含钍的量为 5%～9%，因钍和少量铀的存在，矿物属含放射性物质矿，因而加工较复杂。通常独居石碱溶后，经硝酸全溶，用萃取法分离稀土、铀、钍，并分别加工成稀土、铀、钍各种产品。

本系列所收集的稀土元素化合物，除个别产品从主要矿物原料加工生产而来外，大多数产品均从相应经富集的氧化物、氯化稀土，或从相应的硝酸盐、硫酸盐、氢氧化物加工成所需的稀土元素氧化物及其他化合物。其生产单位因分属于冶金或军工行业，故较详细的工艺资料及消耗情况收集不多，文中所述仅为简要介绍。

稀土元素化合物在冶金工业、化学工业、电子工业、玻璃陶瓷工业等方面有广泛的用途。如用于制稀土磁石、研磨材料、光学玻璃的主要组分、荧光体及激光元件，用于点火合金、钢铁添加剂；在核工业中作控制材料、掩蔽材料、结构材料；在化学工业中作重要的催化剂等。随着国民经济，

特别是高科技、电子工业的发展，其用途将越来越广，生产和应用也将不断发展。

Aq001 氯化铈

【英文名】 cerous chloride

【结构式】 $CeCl_3 \cdot 6H_2O$

【分子量】 354.57

【物化性质】 无色块状结晶。相对密度3.92，熔点848℃，沸点1727℃。能溶于水、丙酮与酸，易潮解。

【质量标准】 甘肃稀土集团有限公司企业标准 Q/YBXT 4020—1995

产品牌号	化学成分/%		
	REO ≥	CeO_2/REO ≥	杂质含量 ≤ 稀土杂质/REO
$CeCl_3 \cdot 6H_2O$-3	45	99.9	0.1
$CeCl_3 \cdot 6H_2O$-4	45	99	1
$CeCl_3 \cdot 6H_2O$-5	45	98	2
$CeCl_3 \cdot 6H_2O$-8	45	95	5

产品牌号	化学成分/% 杂质含量≤ 非稀土杂质						
	Fe_2O_3	CaO	BaO	NH_4Cl	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	水不溶物
$CeCl_3 \cdot 6H_2O$-3	0.05	0.5	0.5	4	0.03	0.01	0.3
$CeCl_3 \cdot 6H_2O$-4	0.05	0.5	0.5	4	0.03	0.01	0.3
$CeCl_3 \cdot 6H_2O$-5	0.05	0.5	0.5	4	0.03	0.01	0.3
$CeCl_3 \cdot 6H_2O$-8	0.05	0.5	0.5	4	0.03	0.01	0.3

【用途】 用作石油催化剂、铈盐原料，也用于制金属铈等。

【制法】 稀土铵复盐法：以稀土硫酸铵复盐为原料，经氢氧化钠转化为氢氧化稀土，再用空气氧化为四价铈，经稀盐酸浸出，将铈富集，再经溶解、萃取、结晶，制得氯化铈。其反应式如下：

$$Ce(OH)_3 + 3HCl \longrightarrow CeCl_3 + 3H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见氧化铈产品。

包装及贮运：用两层聚乙烯塑料袋包装，外套铁桶，每袋净重200kg。应贮存在通风、干燥的库房中。本品易吸水潮解，贮运过程中应防止包装破损，保持干燥。

【生产单位】 内蒙古包钢稀土高科技股份公司，甘肃稀土新材料股份有限公司，上海华瀛稀土有限公司，包头市新源稀土高新材料有限公司，阜宁稀土实业有限公司。

Aq002 氧化铈

【别名】 二氧化铈

【英文名】 cerium dioxide; ceric oxide; ceria

【结构式】 CeO_2

【分子量】 172.12

【物化性质】 浅黄白色立方体粉末。相对密度7.132，熔点2600℃。不溶于水，不易溶于无机酸，需加还原剂协助溶解（如羟胺还原剂）。

【质量标准】 国家标准 GB/T 4155—2012

产品牌号		021050	021045	021040A	021040B	021035	021030	021025	021020
化学成分质量分数/% REO ≥		99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	98.0	98.0
CeO_2/REO ≥		99.999	99.995	99.99	99.99	99.95	99.9	99.5	99.0
稀土杂质/REO ≤	La_2O_3	0.00015	0.001	0.002	0.002	0.015	合量 0.1	合量 0.5	合量 1.0
	Pr_6O_{11}	0.0001	0.001	0.002	0.002	0.015			
	Nd_2O_3	0.0001	0.0005	0.001	0.001	0.005			
	Sm_2O_3	0.0001	0.0005	0.001	0.001	0.005			
	Y_2O_3	0.0001	0.001	0.002	0.002	0.005			
	Eu_2O_3	0.00005	合量 0.001	合量 0.002	合量 0.002	合量 0.005			
	Gd_2O_3	0.00005							
	Tb_4O_7	0.00005							
	Dy_2O_3	0.00005							
	Ho_2O_3	0.00005							
	Er_2O_3	0.00005							
	Tm_2O_3	0.00005							
	Yb_2O_3	0.00005							
	Lu_2O_3	0.00005							
非稀土杂质 ≤	Fe_2O_3	0.0003	0.0005	0.001	0.001	0.005	0.005	0.02	0.04
	CaO	0.001	0.001	0.005	0.01	0.02	0.03	0.5	0.5
	SiO_2	0.002	0.003	0.005	0.01	0.03	0.03	0.03	—
	Cl^-	0.01	0.01	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1	0.2
	SO_4^{2-}	—	—	—	—	0.08	0.1	—	—
灼减 ≤		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

【用途】 用作玻璃工业添加剂，作板玻璃研磨材料，目前已扩大到眼镜玻璃、光学透镜、显像管的研磨，起脱色、澄清、玻璃的紫外线和电子线的吸收等作用。也作眼镜透镜的防反射剂，与铈制成铈钛黄使玻璃呈浅黄色。用于陶瓷釉料及电子工业中，作为压电陶瓷渗入剂。还用于制造高活性催化剂、煤气灯、白炽灯、X射线用荧光屏。

【制法】 草酸沉淀法：以氯化铈或硝酸铈溶液为原料，用氨水调节pH值为2，加草酸沉淀出草酸铈，经加热熟化、分离、洗涤，在110℃下烘干，再于900～1000℃灼烧成氧化铈。其反应式如下：

$$Ce_2(C_2O_4)_3 \longrightarrow 2CeO_2 + 2CO_2\uparrow + 4CO\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：稀土元素的盐能降低凝血酶原的含量，使其失活，并抑制凝血质的生成，使纤维蛋白原沉淀，催化分解磷酸化合物。稀土元素的毒性随原子量增加而减弱。吸入含有铈的粉尘，会产生职业性尘肺，其氯化物对皮肤有损伤，能刺激眼睛的黏膜。最高容许浓度：氧化铈5mg/m^3，氢氧化铈5mg/m^3。工作时应戴防毒口罩，如有放射性要进行特殊的防护，对粉尘应防止散落。

包装及贮运：用内衬两层聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重10kg或40kg。应贮存于通风、干燥处，贮运过程中应防止包装破损。

【生产单位】 甘肃稀土新材料股份有限公

司，内蒙古包钢稀土高科技股份有限公司，上海跃龙稀土新材料股份有限公司，宜兴新威利成稀土有限公司，阜宁稀土实业有限公司。

Aq003 氢氧化铈

【英文名】 ceric hydroxide；cerium hydroxide

【结构式】 $Ce(OH)_4$

【分子量】 208.145

【物化性质】 淡黄色或棕黄色粉末，不溶于水和弱酸，能溶于浓酸，生成相应的盐。在空气中吸收 CO_2 生成碳酸铈。

【质量标准】 稀土行业标准 XB/T 222—2008

产品牌号			020540	020530
化学成分（质量分数）/%	REO ≥		60～75	60～75
	TCe^{4+}/TCe ≥		99	98
	CeO_2/REO ≥		99.99	99.9
	稀土杂质/REO ≤	La_2O_3	0.0050	0.010
		Pr_6O_{11}	0.0010	0.010
		Nd_2O_3	0.0010	0.010
		Sm_2O_3	0.0010	0.010
		Y_2O_3	0.0010	0.010
	非稀土杂质 ≤	Fe_2O_3	0.0020	0.0030
		CaO	0.0030	0.0050
		SiO_2	0.0050	0.010
		SO_4^{2-}	0.0050	0.010
		Cl^-	0.0050	0.0080
		F	0.0020	0.0020
		Na_2O	0.0002	0.0004
		K_2O	0.0002	0.0003
		PbO	0.0002	0.0004
		CoO	0.0002	0.0004
		CuO	0.0002	0.0002
		NiO	0.0002	0.0004
		Cr_2O_3	0.0002	0.0002

【用途】 在玻璃（彩电玻璃）工业中用作玻璃的脱色剂和澄清剂。在化学工业中用于制备汽车尾气净化催化剂，聚氯乙烯塑料的稳定剂，还用于合成萘酸铈作油漆催干剂。在冶金工业中用作球墨铸铁的球化剂，冶炼铈硅铁合金，也可用作冶炼富铈稀土硅铁合金的原料，在电镀技术中用作添加剂。

【制法】 溶剂萃取法：混合型轻稀土矿经碳酸钠焙烧，稀硫酸浸出，得到硫酸稀土浸出液，加入高锰酸钾、硼砂，用磷酸三丁酯（TBP）-二（2-乙基已基）磷酸（P204）-煤油溶液作萃取剂，分离铈和其他三价稀土。用硫酸反萃取，萃余液加入硫酸钠生成复盐沉淀，经过滤、洗涤、加氢氧化钠转化、过滤、干燥，制得氢氧化铈。

【安全性】

毒性及防护：参见氧化铈产品。

包装及贮运：产品用内衬双层塑料袋的铁桶包装，每桶净重25kg或50kg。产品易吸水吸气，须存放在干燥处，不得露天放置。运输时严防淋雨受潮。

【生产单位】 甘肃稀土新材料股份有限公司，内蒙古包钢稀土高科技股份有限公司，内蒙古包钢和发稀土有限公司，阜宁稀土实业有限公司。

Aq004 碳酸铈

【英文名】 cerous carbonate

【结构式】 $Ce_2(CO_3)_3$

【分子量】 460.2

【物化性质】 白色或略带淡黄色结晶粉末，颜色随纯度变化而略有变化，属斜方晶系，难溶于水。将其水悬浮液煮沸，则水解生成碱式碳酸盐。在碱金属碳酸盐溶液中生成难溶的碳酸复盐 $Ce_2(CO_3)_3 \cdot Na_2CO_3 \cdot 2H_2O$。能和大多数酸反应生成相应的盐，在 900℃ 加热时分解为 CeO_2。

【质量标准】 国家标准 GB/T 16661—2008

产品牌号			023240	023235	023230A	023230B	023220	023215
化学成分(质量分数)/%	REO ≥		45	45	60	45	45	45
	CeO_2/REO ≥		99.99	99.95	99.9	99.9	99.0	95.0
	稀土杂质/REO ≤	La_2O_3	0.003	0.02	合量0.1	合量0.1	合量1.0	合量5.0
		Pr_6O_{11}	0.003	0.01				
		Nd_2O_3	0.001	0.01				
		Sm_2O_3	0.001	0.001				
		Y_2O_3	0.001	0.001				
		其他	0.001	0.008				
	非稀土杂质 ≤	Fe_2O_3	0.001	0.005	0.005	0.01	0.01	0.02
		SiO_2	0.002	0.005	0.005	0.01	0.01	0.03
		CaO	0.005	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03
		Al_2O_3	0.01	0.02	0.02	0.02	—	—
		MgO	0.002	0.003	0.003	0.003	—	—
		PbO	0.001	0.002	0.002	0.003	—	—
		Na_2O	0.02	0.05	0.02	0.05	—	—
		ZnO	0.005	0.008	0.005	0.01	0.03	0.05
		Cl^-	0.03	0.05	0.03	0.05	0.08	0.1
		SO_4^{2-}	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05

注：考核指标 Cl^- 或 SO_4^{2-} 是指：HCl 体系考核 Cl^- 含量，H_2SO_4 体系考核 SO_4^{2-} 含量。

【用途】 主要用于制备稀土发光材料、汽车尾气净化催化剂、抛光材料及彩色工程塑料用颜色，也可用于化学试剂。

【制法】 溶剂萃取法：以粗氢氧化铈为原料，分别用磷酸三丁酯-液态石蜡和二(2-乙基己基)磷酸-煤油作萃取剂提纯，得到氯化铈盐酸溶液。再用氨水中和，加入碳酸氢铵沉淀碳酸铈，沉淀经过滤、洗涤、离心、干燥后即得碳酸铈产品。

【安全性】

毒性及防护：参见氧化铈产品。

包装及贮运：产品用双层塑料袋密封包装，再装入编织袋内，封紧袋口。存放于干燥处，不得露天放置，运输时防淋雨受潮。

【生产单位】 甘肃稀土新材料股份有限公司，内蒙古包钢稀土高科技股份有限公司，内蒙古包钢和发稀土有限公司，阜宁稀土实业有限公司，宜兴新威利成稀土有限公司。

Aq005 硝酸铈

【英文名】 cerous nitrate

【结构式】 $Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$

【分子量】 434.23

【物化性质】 无色或浅红色结晶。相对密度 4.37，熔点 96℃。易溶于水，水溶液呈酸性，溶于醇、丙酮，易潮解。加热到 156℃失去 3 个结晶水，200℃时分解。

【质量标准】 稀土行业标准 XB/T 219—2007

产品牌号			023039A	023039B	023039C	023039D	023037
化学成分(质量分数)/%	REO ≥		39	39	39	39	37
	CeO_2/REO ≥		99.99	99.95	99.9	99.5	99.0
	稀土杂质/REO ≤	La_2O_3	0.004	0.02	0.04	0.1	合量 1.0
		Pr_6O_{11}	0.002	0.005	0.02	0.1	
		Nd_2O_3	0.002	0.005	0.02	0.1	
		Sm_2O_3	0.001	0.005	0.01	0.1	
		Y_2O_3	0.001	0.005	0.01	0.1	
	非稀土杂质 ≤	Fe_2O_3	0.0005	0.001	0.001	0.02	0.05
		SiO_2	0.002	0.005	0.005	0.02	0.05
		CaO	0.002	0.005	0.005	0.01	0.01
		PbO	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		PO_4^{3-}	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
		SO_4^{2-}	0.01	0.01	0.01	0.05	0.05
		Cl^-	0.002	0.002	0.002	0.005	0.005
	水不溶物		0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

【用途】 可用作汽灯纱罩添加剂、石油化工催化剂，是制取铈盐的原料，分析化学中用作分析试剂，也用于制药工业。

【制法】 硝酸法：将富铈氢氧化稀土酸性溶液水解、用硝酸溶解，在草酸或过氧化氢存在下使4价铈还原成3价铈，再经结晶、分离，制得硝酸铈成品。其反应式如下：

$$Ce(OH)_3+3HNO_3 \longrightarrow Ce(NO_3)_3+3H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见氧化铈产品。

包装及贮运：用双层聚乙烯塑料袋外套铁桶包装，每桶净重40kg。包装上应有明显的“氧化剂”标志，属二级无机氧化剂。危规编号：GB 5.1类 51523。UN No.1477；IMDG CODE 5162页，5.1类。应贮存于温度较低、通风、干燥的库房中。与易燃物、酸类、有机物隔离贮存。搬运时要小心轻放，穿戴防护用品。应避免震动、撞击、摩擦、松捆、容器渗漏及日光曝晒。

【生产单位】 甘肃稀土新材料股份有限公司，内蒙古包钢稀土高科技股份有限公司，淄博加华新材料资源有限公司，威海佰德信新材料有限公司，阜宁稀土实业有限公司。

Aq006 氧化镝

【英文名】 dysprosium oxide；dysprosia

【结构式】 Dy_2O_3

【分子量】 373.00

【物化性质】 白色结晶粉末。相对密度7.81，熔点(2340±10)℃。不溶于水，溶于酸和乙醇。露置于空气中易吸收二氧化碳而部分变成碳酸镝。

【质量标准】 国家标准 GB/T 13558—2008

产品牌号			101040	101035	101030	101025	101020
化学成分(质量分数)/%	REO ≥		99	99	99	99	99
	Dy_2O_3/REO ≥		99.99	99.95	99.9	99.5	99.0
	稀土杂质/REO ≤	Gd_2O_3	0.001	合量 0.05	合量 0.10	合量 0.50	合量 1.00
		Tb_4O_7	0.003				
		Ho_2O_3	0.002				
		Er_2O_3	0.001				
		Y_2O_3	0.002				
		其他	0.001				

续表

产品牌号			101040	101035	101030	101025	101020
化学成分(质量分数)/%	非稀土杂质 ≤	Fe_2O_3	0.0005	0.001	0.002	0.003	0.005
		SiO_2	0.005	0.005	0.01	0.01	0.02
		CaO	0.005	0.005	0.01	0.02	0.03
		Al_2O_3	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05
		Cl^-	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05
	灼减 ≤		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

【用途】 为钇铁和钇铝柘榴石的添加元素，可作为核反应堆的控制材料。用于制造具有亮度高、光色好的新型光源镝灯。由于具有阴极发射能力，还可用作阳极涂层。供作金属镝的原料，玻璃、钕铁硼永磁体添加剂，磁光记忆材料。

【制法】 灼烧法：将硝酸镝溶液经氢氧化钠反应生成氢氧化镝，再经分离、灼烧得氧化镝。其反应式如下：

$$2Dy(OH)_3 \longrightarrow Dy_2O_3 + 3H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见氧化铈产品。

包装及贮运：用双层聚乙烯塑料袋热压封口包装，外套纸箱保护，每袋（瓶）净重5kg或10kg。再将袋装置于钙塑箱（木箱或铁桶）中。应贮存于通风、干燥的库房中。贮运过程中应注意防潮和避免包装破损。

【生产单位】 上海跃龙稀土新材料股份有限公司，赣州科力稀土新材料有限公司，宜兴新威利成稀土有限公司，阜宁稀土实业有限公司。

Aq007 氧化铒

【英文名】 erbium oxide；erbia

【结构式】 Er_2O_3

【分子量】 382.52

【物化性质】 粉红色粉末。相对密度8.64，熔点2387℃，沸点3000℃。不溶于水，溶于酸。

【质量标准】 国家标准 GB/T 15678—2010

产品牌号			121040	121035	121030	121025	121020
化学成分(质量分数)/%	REO ≥		99	99	99	99	99
	Er_2O_3/REO ≥		99.99	99.95	99.9	99.5	99
	稀土杂质/REO ≤	Dy_2O_3	0.0005	合量 0.05	合量 0.10	合量 0.5	合量 1.0
		Ho_2O_3	0.0015				
		Tm_2O_3	0.002				
		Yb_2O_3	0.002				
		Lu_2O_3	0.001				
		Y_2O_3	0.002				
		其他	0.001				
	非稀土杂质 ≤	Fe_2O_3	0.0005	0.001	0.001	0.002	0.005
		SiO_2	0.003	0.005	0.005	0.01	0.02
		CaO	0.001	0.005	0.01	0.02	0.02
		CuO	0.001	0.001	—	—	—
		PbO	0.001	0.001	—	—	—
		NiO	0.001	0.001	—	—	—
		Cl^-	0.02	0.02	0.03	0.03	0.05
	灼减 ≤		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

【用途】 主要用作钇铁栢榴石掺入剂和核反应堆的控制材料。也可用于制造特种发光玻璃和吸收红外线的玻璃。还用作玻璃着色剂，使玻璃呈玫瑰红色。

【制法】 灼烧法：将硝酸铒或硫酸铒溶液用氢氧化物沉淀生成氢氧化铒或其碱性盐，经分离、灼烧，制得氧化铒。其反应式如下：$2Er(OH)_3 \longrightarrow Er_2O_3 + 3H_2O$

【安全性】

包装及贮运：用聚乙烯塑料瓶包装，外套纸箱保护，每瓶净重 250g 或 500g。应贮存于通风、干燥的库房中。贮运过程中应注意防潮和避免包装破损。

毒性及防护：参见氧化铈产品。

【生产单位】 上海跃龙稀土新材料股份有限公司，宜兴新威利成稀土有限公司，从化市建丰稀土有限公司，阜宁稀土实业有限公司。

Aq008 氧化铕

【英文名】 europium oxide；europia

【结构式】 Eu_2O_3

【分子量】 351.92

【物化性质】 带淡红的白色粉末。相对密度 7.42，熔点 2002℃。不溶于水，溶于酸，能吸收空气中的二氧化碳和水。

【质量标准】 国家标准 GB/T 3504—2006

产品牌号				071050	071040	071035
化学成分/%	REO		≥	99.0	99.0	99.0
	Eu_2O_3/REO		≥	99.999	99.99	99.95
	稀土杂质/REO ≤	La_2O_3		0.00005	0.0003	0.0005
		CeO_2		0.0001	0.0005	0.0005
		Pr_6O_{11}		0.0001	0.001	0.001
		Nd_2O_3		0.0001	0.002	0.003
		Sm_2O_3		0.0002	0.003	0.003
		Gd_2O_3		0.0002	0.003	0.003
		Tb_4O_7		0.0001	0.002	0.003
		Dy_2O_3		0.0001	0.001	0.003
		Ho_2O_3		0.00005	0.0003	0.0005
		Er_2O_3		0.00005	0.0003	0.0005
		Tm_2O_3		0.00005	0.0002	0.0005
		Yb_2O_3		0.00005	0.0002	0.0005
		Lu_2O_3		0.00005	0.0002	0.0005
		Y_2O_3		0.00005	0.0002	0.0005
	非稀土杂质 ≤	Fe_2O_3		0.0005	0.0007	0.001
		CaO		0.0008	0.001	0.002
		CuO		0.0001	0.0006	0.0006
		NiO		0.0001	0.0005	0.001
		PbO		0.0003	0.001	0.001
		SiO_2		0.0010	0.002	0.002
		ZnO		0.0005	0.001	0.001
		Cl^-		0.005	0.01	0.02
	灼减		≤	1.0	1.0	1.0

【用途】 用作彩色电视机红色荧光粉激活剂，高压汞灯用荧光粉。

【制法】 萃取法：以处理独居石或混合稀土矿所得的氯化稀土溶液为原料，用

P204-煤油-HCl-$ReCl_3$体系萃取，首先进行钕钐分组，萃余液用以提轻稀土，将钐及重稀土萃入有机相，然后用2.0mol/L HCl反萃中重稀土，得中稀土钐钆富集物，经锌粉还原、碱度法提取铕后，再经草酸沉淀、分离、烘干、灼烧，制得氧化铕。其反应式如下：

$$Eu_2(C_2O_4)_3 \longrightarrow Eu_2O_3 + 3CO_2\uparrow + 3CO\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：参见氧化铈。

包装及贮运：用聚乙烯塑料瓶或袋包装，每瓶（袋）净重0.5kg、1kg、2kg，外套木箱或纸箱。贮存于通风、干燥处，应注意防潮，防止包装破损。

【生产单位】 内蒙古包钢稀土高科技股份有限公司，甘肃稀土新材料股份有限公司，上海跃龙稀土新材料股份有限公司，赣州科力稀土新材料有限公司，宜兴新威利成稀土有限公司。

Aq009 氧化钆

【英文名】 gadolium oxide；gadolinia

【结构式】 Gd_2O_3

【分子量】 362.50

【物化性质】 白色无定形粉末。相对密度7.407，熔点（2330±20)℃。不溶于水，溶于酸，较易吸收空气中的水分和二氧化碳。与氨作用时，沉淀出钆的水合物。

【质量标准】 国家标准GB/T 2526—2008

产品牌号			171050	171040	171030C	171020
化学成分(质量分数)/%	REO ≥		99.0	99.0	99.0	99.0
	Gd_2O_3/REO ≥		99.999	99.99	99.95	99.9
	稀土杂质/REO ≤	La_2O_3	0.0001	合量0.0040	合量0.05	合量0.1
		CeO_2	0.00005			
		Pr_6O_{11}	0.00005			
		Nd_2O_3	0.0001			
		Ho_2O_3	0.00005			
		Er_2O_3	0.00005			
		Tm_2O_3	0.00005			
		Yb_2O_3	0.00005			
		Lu_2O_3	0.00005			
		Sm_2O_3	0.00005	0.0010		
		Eu_2O_3	0.0001	0.0015		
		Tb_4O_7	0.0001	0.0015		
		Dy_2O_3	0.0001	0.0010		
		Y_2O_3	0.0001	0.0010		
	非稀土杂质 ≤	Fe_2O_3	0.0002	0.0005	0.002	0.003
		SiO_2	0.003	0.005	0.005	0.005
		CaO	0.0005	0.003	0.005	0.005
		CuO	0.0002	0.0005	0.001	—
		PbO	0.0003	0.001	0.001	—
		NiO	0.0005	0.001	0.001	—
		Al_2O_3	0.001	0.01	0.03	0.04
		Cl^-	0.01	0.02	0.03	0.05
	灼减 ≤		1.0	1.0	1.0	1.0

【用途】 用作钇铁柘榴石、钇铝柘榴石的添加元素。医疗器械工业用作增感荧光材料，可在 30mA X 光机上取得相当于原来 200mA X 光机的效果。用作光学棱镜的添加剂，以及制金属钆、制磁泡材料及原子能工业核反应堆控制材料。

【制法】 萃取法：处理独居石或混合稀土矿所得的氯化稀土溶液，用 P204-煤油-$HCl-RCl_3$体系萃取，首先进行钕钐分组，萃余液用以进一步提轻稀土，将钐及重稀土萃入有机相，然后用 2.0mol/L HCl 进行反萃中重稀土，得中稀土钐钆富集物，经锌粉还原，碱度法提取铕后，采用混合稀土分组方法，将钐钆混合稀土溶解，经草酸沉淀、分离、烘干、灼烧，制得氧化钆。其反应式如下：

$$Gd_2(C_2O_4)_3 \longrightarrow Gd_2O_3 + 3CO_2\uparrow + 3CO\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：参见氧化铈。

包装及贮运：用两层聚乙烯塑料袋包装，每袋净重 1kg、2kg、5kg，外套铁桶或硬纸板箱。贮存于通风、干燥处，应注意防潮，防止包装破损。

【生产单位】 内蒙古包钢稀土高科技股份有限公司，甘肃稀土新材料股份有限公司，赣州科力稀土新材料有限公司，宜兴新威利成稀土有限公司，上海跃龙稀土新材料股份有限公司。

Aq010 氧化钬

【英文名】 holmium oxide；holmia

【结构式】 Ho_2O_3

【分子量】 377.86

【物化性质】 浅黄色结晶粉末，属等轴晶系氧化钪型结构。相对密度 8.36，熔点 2367℃。不溶于水，溶于酸。

【质量标准】 稀土行业标准 XB/T 201—2006

<table>
<tr><th colspan="3">产品牌号</th><th>101040</th><th>101035</th><th>101030</th><th>101025</th><th>101020</th></tr>
<tr><td rowspan="13">化学成分(质量分数)/%</td><td colspan="2">REO ≥</td><td>99</td><td>99</td><td>99</td><td>99</td><td>99</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ho_2O_3/REO ≥</td><td>99.99</td><td>99.95</td><td>99.9</td><td>99.5</td><td>99.0</td></tr>
<tr><td rowspan="5">稀土杂质/REO ≤</td><td>Tb_4O_7</td><td>0.001</td><td rowspan="5">合量 0.05</td><td rowspan="5">合量 0.10</td><td rowspan="5">合量 0.50</td><td rowspan="5">合量 1.00</td></tr>
<tr><td>Dy_2O_3</td><td>0.002</td></tr>
<tr><td>Er_2O_3</td><td>0.003</td></tr>
<tr><td>Tm_2O_3</td><td>0.001</td></tr>
<tr><td>Y_2O_3</td><td>0.003</td></tr>
<tr><td rowspan="4">非稀土杂质 ≤</td><td>Fe_2O_3</td><td>0.0005</td><td>0.001</td><td>0.005</td><td>0.01</td><td>0.05</td></tr>
<tr><td>SiO_2</td><td>0.003</td><td>0.005</td><td>0.01</td><td>0.05</td><td>0.05</td></tr>
<tr><td>CaO</td><td>0.005</td><td>0.01</td><td>0.02</td><td>0.05</td><td>0.1</td></tr>
<tr><td>Cl^-</td><td>0.02</td><td>0.03</td><td>0.05</td><td>0.05</td><td>0.08</td></tr>
<tr><td colspan="2">灼减 ≤</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr>
</table>

【用途】 主要用于制造新型光源镝钬灯，也可用作钇铁或钇铝柘榴石的添加剂及制取金属钬的原料。

【制法】 灼烧法：将硝酸钬溶液与碱反应生成氢氧化钬，再经分离、灼烧，制得氧化钬。其反应式如下：

$$2Ho(OH)_3 \longrightarrow Ho_2O_3 + 3H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见氧化铈。

包装及贮运：用聚乙烯塑料瓶或塑料袋包装，外套纸箱保护，每瓶（袋）净重 0.5kg 或 1kg。应贮存于通风、干燥的库房中，贮运过程中应注意防潮和避免包装破损。

【生产单位】 宜兴新威利成稀土有限公司，赣州科力稀土新材料有限公司，赣州市鸿富新材料有限公司，阜宁稀土实业有限公司。

Aq011 氯化镧

【英文名】 lanthanum chloride

【结构式】 $LaCl_3 \cdot 6H_2O$

【分子量】 352.20

【物化性质】 微红色或灰色结晶或块状物，熔点 70℃。能溶于水，易潮解，遇碱生成氢氧化物或氯氧化物沉淀。

【质量标准】 甘肃稀土集团有限公司企业标准 Q/YBXT 4020—1995

产品牌号	化学成分/%		
	REO ≥	La_2O_3/REO ≥	杂质含量(稀土杂质/REO) ≤
$LaCl_3 \cdot 6H_2O$-3	45	99.9	0.1
$LaCl_3 \cdot 6H_2O$-4	45	99	1
$LaCl_3 \cdot 6H_2O$-5	45	98	2
$LaCl_3 \cdot 6H_2O$-8	45	95	5

产品牌号	化学成分/%						
	杂质含量(非稀土杂质)≤						
	Fe_2O_3	CaO	BaO	NH_4Cl	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	水不溶物
$LaCl_3 \cdot 6H_2O$-3	0.05	0.5	0.3	4	0.03	0.01	0.3
$LaCl_3 \cdot 6H_2O$-4	0.05	0.5	0.3	4	0.03	0.01	0.3
$LaCl_3 \cdot 6H_2O$-5	0.05	0.5	0.3	4	0.03	0.01	0.3
$LaCl_3 \cdot 6H_2O$-8	0.05	0.5	0.3	4	0.03	0.01	0.3

【用途】 主要用于制备石油裂化催化剂，也可作提取单一稀土产品或冶炼富镧混合稀土金属的原料。

【制法】 富集法：以氯化稀土或稀土硫酸铵复盐为原料，提取部分铈后，镧得到相对富集。如以独居石为原料，天然独居石内混合稀土中镧占 17%左右，通过以上工艺，镧富集至 40%左右。

将稀土硫酸铵复盐用氢氧化钠溶解，经空气氧化其中的铈，用稀盐酸浸出，分离得富铈渣，进一步提取铈。滤液为富镧母液，再经萃取分离除铈后，经结晶得富集氯化镧。其反应式如下：

$$La(OH)_3 + 3HCl \longrightarrow LaCl_3 + 3H_2O$$

【安全性】

包装及贮运：用双层聚乙烯塑料袋密封包装，外套铁桶，每桶净重 50kg 或 200kg。应贮存在通风、干燥的库房中。本品易吸水潮解，贮运中应防止包装破损，保持干燥。

毒性及防护：参见氧化铈产品。

【生产单位】 甘肃稀土新材料股份有限公司，内蒙古包钢稀土高科技股份有限公司，内蒙古包钢和发稀土有限公司，广东珠江稀土有限公司。

Aq012 氧化镧

【英文名】 lanthanum oxide；lanthania

【结构式】 La_2O_3

【分子量】 325.81

【物化性质】 白色斜方晶系或无定形粉末。相对密度 6.51，熔点 2307℃，沸点 4200℃。溶于酸、乙醇、氯化铵，不溶于水、酮。易吸收空气中的二氧化碳和水分而成氢氧化物和碳酸盐。

【质量标准】 国家标准 GB/T 4154—2006

产品牌号			011050	011045	011040	011030	011025	011020
化学成分（质量分数）/%	REO ≥		99.0	99.0	99.0	98.0	97.0	95.0
	La_2O_3/REO ≥		99.999	99.995	99.99	99.9	99.5	99.0
	稀土杂质/REO ≤	CeO_2	0.0002	0.0005	0.0015	合量 0.1	合量 0.5	合量 1.0
		Pr_6O_{11}	0.0002	0.0005	0.0015			
		Nd_2O_3	0.0002	0.0005	0.0010			
		Sm_2O_3	0.0002	0.0005	0.0010			
		Y_2O_3	0.0003	0.0010	0.0010			
	非稀土杂质 ≤	Fe_2O_3	0.0002	0.0003	0.0005	0.001	0.005	0.010
		SiO_2	0.0030	0.0050	0.0050	0.010	0.050	0.050
		CaO	0.0010	0.0050	0.0050	0.010	0.050	0.10
		CuO	0.0002	0.0002	0.0005	—	—	—
		NiO	0.0002	0.0002	0.0005	—	—	—
		PbO	0.0010	0.0020	0.0050	—	—	—
		Cl^-	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05
	灼减 ≤		1.0	1.0	1.0	2.0	3.0	5.0

【用途】 主要用于制造精密光学玻璃、光导纤维，也用于电子工业作陶瓷电容器、压电陶瓷掺入剂，还用作制硼化镧的原料、石油分离精制催化剂。

【制法】 萃取法：原料为除铈后的硝酸稀土溶液，大约含 La_2O_3 50%、CeO_2 微量、Pr_6O_{11} 6%～7%、Nd_2O_3 30%。配制成总 R_xO_y 浓度 320～330g/L 的硝酸稀土溶液，采用中性膦萃取剂甲基膦酸二甲庚酯（P350），以 P350-煤油体系经 35～38 级萃取分离，使镧与其他稀土分离，含镧萃余液经氨水中和、草酸沉淀，再经过滤、灼烧，制得氧化镧成品。其反应式如下：

$$La_2(C_2O_4)_3 \longrightarrow La_2O_3 + 3CO_2\uparrow + 3CO\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：参见氧化铈产品。

包装及贮运：用双层聚乙烯塑料袋包装，热压封口，每袋净重 5kg 或 10kg，外套铁桶，每桶净重 40kg。贮存在通风、干燥处。应防止包装破损，会因吸收空气中二氧化碳和水分而使成分下降。

【生产单位】 甘肃稀土新材料股份有限公司，内蒙古包钢稀土高科技股份有限公司，广东珠江稀土有限公司，宜兴新威利成稀土有限公司，上海跃龙稀土新材料股份有限公司，阜宁稀土实业有限公司。

Aq013 氟化镧

【英文名】 lanthanum fluoride

【结构式】 LaF_3

【分子量】 195.901

【物化性质】 白色粉末，密度 5.936，熔点 1493℃，沸点 2330℃，不溶于水，难溶于盐酸、硝酸和硫酸，但能溶于高氯酸。在空气中有吸湿性，较稳定。与氟化铵生成 $NH_4F \cdot LaF_3$ 不溶性复盐。

【质量标准】 稀土行业标准 XB/T 223—2009

产品牌号			012030	012025	012020
化学成分(质量分数)/%	REO ⩾		80	80	80
	LaF_3/REO ⩾		99.9	99.5	99.0
	F ⩾		24	24	24
	稀土杂质/REO ⩽	CeO_2 Pr_6O_{11} Nd_2O_3 Sm_2O_3 Y_2O_3	合量0.1	合量0.5	合量1.0
	非稀土杂质 ⩽	Fe_2O_3	0.1	0.1	0.2
		SiO_2	0.05	0.1	0.2
		CaO	0.2	0.3	0.5
		MgO	0.05	0.1	0.2
		Al_2O_3	0.1	0.1	0.2
		Cl^-	0.03	0.03	0.05

【用途】 用于制备现代医学图像显示技术和核子科学要求的闪烁体、稀土晶体激光材料、氟化物玻璃光导纤维和稀土红外玻璃，在照明光源中用于制造弧光灯炭电极，在化学分析中用于制造氟离子选择电极，在冶金工业中用于制造特种合金和电解生产金属镧。

【制法】 将氧化镧溶解于盐酸中并稀释至100～150g/L（按 La_2O_3 计），溶液加热到70～80℃，再用48%的氢氟酸沉淀。沉淀经洗涤、过滤、干燥、粉碎、真空脱水，得到氟化镧。

【安全性】 参见氧化铈产品。

【生产单位】 甘肃稀土新材料股份有限公司，阜宁稀土实业有限公司，广东珠江稀土有限公司。

Aq014 硝酸镧

【英文名】 lanthanum nitrate hexahydrate

【结构式】 $La(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$

【分子量】 433.012

【物化性质】 白色粉状结晶，有吸湿性，熔点约40℃，沸点126℃。易溶于水和醇，加热至熔点以上形成碱式盐。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标(工业级)
$La(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ 含量/% ⩾	99

【用途】 用于生产光学玻璃、汽灯纱罩、荧光粉、防腐剂及陶瓷电容器添加剂、石油精炼催化剂。

【制法】 富集法：以氯化稀土或稀土硫酸铵复盐为原料，提取部分铈后，镧得到相对富集。将稀土硫酸铵复盐用氢氧化钠溶解，经空气氧化其中铈，用稀硝酸浸出，分离富铈渣，溶液为富镧母液，再经萃取分离，经结晶得富集硝酸镧。其反应式如下：

$$La(OH)_3 + 3HNO_3 \longrightarrow La(NO_3)_3 + 3H_2O$$

【安全性】

包装及贮运：用双层聚乙烯塑料袋密封包装，外套铁桶，每桶净重50kg。应贮存在通风、干燥的库房中。本品易吸水潮解，贮运中应防止包装破损，保持干燥。属一级无机氧化剂，危规编号：GB 5.1类51523。UN No.1477；IMDG CODE 5162页，5.1类。

毒性及防护：参见氧化铈产品。

【生产单位】 内蒙古包钢稀土高科技股份有限公司，甘肃稀土新材料股份有限公司，阜宁稀土实业有限公司，淄博加华新

材料资源有限公司，上海跃泾化工有限公司。

Aq015 硝酸镨

【英文名】 praseodymium nitrate hexahydrate

【结构式】 $Pr(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$

【分子量】 435.014

【物化性质】 淡绿色无定形结晶体，易溶于酸和水中，暴露在空气中易吸湿潮解。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标(工业级)
总稀土含量/%	≥	46
(Pr_6O_{11}/REO)/%	≥	98
稀土杂质含量及非稀土杂质含量		与氧化镨相同
1000℃温度下灼减/%	≤	1

【用途】 用于制造镨钐钴合金和制造镨化合物的原料，还用于陶瓷着色剂镨黄的制造。

【制法】 萃取法：以氯化稀土溶液为原料，用 P204-煤油-HCl-$ReCl_3$ 体系萃取，可将稀土混合物分成轻、中、重稀土三组。萃余液 La-Nd 组轻稀土，按草酸盐沉淀次序为：钐、钕、镨、铈、镧，将其进行分离。可将草酸盐沉淀生成可溶性络合物后再沉淀使其分离，经烘干、灼烧得氧化镨后用硝酸溶解，经结晶、分离得硝酸镨。其反应式如下：

$$3Pr_2(C_2O_4)_3 \longrightarrow Pr_6O_{11} + 7CO_2\uparrow + 11CO\uparrow$$

$$Pr_6O_{11} + 18HNO_3 \longrightarrow 6Pr(NO_3)_3 + 9H_2O + O_2\uparrow$$

【安全性】

包装及贮运：用双层聚乙烯塑料袋密封包装，每袋净重 5kg，外套铁桶或硬纸板箱。贮存于通风、干燥处，应注意防潮。贮运过程中应避免包装破损。属一级无机氧化剂，危规编号：GB 5.1 类 51523。UN No. 1477；IMDG CODE 5162 页，5.1 类。

毒性及防护：参见氧化铈。

【生产单位】 内蒙古包钢稀土高科技股份有限公司，阜宁稀土实业有限公司。

Aq016 氧化镥

【英文名】 lutetium oxide

【结构式】 Lu_2O_3

【分子量】 397.93

【物化性质】 白色粉末。相对密度 9.42，熔点 2467℃。不溶于水，溶于酸，在空气中易吸收二氧化碳和水分。

【质量标准】 稀土行业标准 XB/T 204—2006

产品牌号			151040	151035	151030	151025	151020
化学成分(质量分数)/%	REO ≥		99.0	99.0	99.0	99.0	99.0
	Lu_2O_3/REO ≥		99.99	99.95	99.9	99.5	99
	稀土杂质/REO ≤	Dy_2O_3	0.0005	合量 0.05	合量 0.1	合量 0.5	合量 1.0
		Ho_2O_3	0.0005				
		Er_2O_3	0.0010				
		Tm_2O_3	0.0020				
		Yb_2O_3	0.0050				
		Y_2O_3	0.0010				
	非稀土杂质 ≤	Fe_2O_3	0.0005	0.0010	0.010	0.050	0.070
		SiO_2	0.0050	0.0050	0.010	0.030	0.030
		CaO	0.0050	0.020	0.050	0.080	0.10
		Cl^-	0.020	0.030	0.030	0.050	0.050
	灼减 ≤		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

【用途】 主要用作钇铁和钇铝柘榴石的添加元素及荧光粉的活性材料，也用于制造特殊合金。

【制法】 萃取法：以分解褐钇铌矿所得含 Y_2O_3 50%和 CeO_2 约 4%的混合稀土、除铈的硝酸稀土溶液为原料，采用 N263-$LiNO_3$体系萃取分组得富钇稀土，经酸溶后，再以 N263-重溶剂-NH_4SCN 体系萃取提纯钇，萃余液为富钇稀土，铥、镱、镥重稀土进入有机相，再经 N263-重溶剂萃取使铥、镥分组，用盐酸反萃使铥、镱进入水相，经分离，进一步用盐酸反萃使镥进入水相，再经草酸沉淀、过滤、灼烧，制得氧化镥。其反应式如下：

$$Lu_2(C_2O_4)_3 \longrightarrow Lu_2O_3 + 3CO_2\uparrow + 3CO\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：参见氧化铈产品。

包装及贮运：用聚乙烯塑料瓶包装，外套纸箱保护，每瓶净重 100g 或 500g。应贮存于通风、干燥的库房中。贮运过程中应注意防潮和避免包装破损。

【生产单位】 宜兴新威利成稀土有限公司，赣州市鸿富新材料有限公司，从化市建丰稀土有限公司。

Aq017 氧化钕

【英文名】 neodymium oxide；neodymia

【结构式】 Nd_2O_3

【分子量】 336.48

【物化性质】 浅蓝色粉末。相对密度 7.24，熔点约 1900℃，易受潮。不溶于水，能溶于酸。在空气中加热能部分生成钕的高价氧化物。

【质量标准】 国家标准 GB/T 5240—2006

产品牌号			041040	041035	041030	041020
化学成分(质量分数)/%	REO ≥		99.0	99.0	99.0	99.0
	Nd_2O_3/REO ≥		99.99	99.95	99.9	99.0
	稀土杂质/REO ≤	La_2O_3	0.001	0.005	0.01	合量 1.0
		CeO_2	0.003	0.01	0.01	
		Pr_6O_{11}	0.003	0.02	0.05	
		Sm_2O_3	0.001	0.01	0.01	
		Y_2O_3	0.002	0.005	0.01	
	非稀土杂质 ≤	Fe_2O_3	0.0005	0.001	0.005	0.01
		SiO_2	0.005	0.01	0.01	0.05
		CaO	0.01	0.03	0.03	0.05
		Al_2O_3	0.03	0.05	0.10	0.10
		Cl^-	0.03	0.03	0.03	0.05
		SO_4^{2-}	0.01	0.01	0.01	0.01
	灼减 ≤		1.0	1.0	1.0	1.0

【用途】 掺钕钇铝柘榴石用于激光技术，也用于制钕玻璃。由于对紫外线、红外线吸收性能优异，用于制精密仪器。是制金属钕及各种钕合金、永磁合金的原料，可作玻璃紫色着色剂。

【制法】 萃取法：以氯化稀土溶液为原料，用 P204-煤油-HCl-RCl_3 体系萃取，将稀土混合物分成轻、中、重稀土三组，再以草酸沉淀，经分离、烘干、灼烧，制得氧化钕。其反应式如下：

$$Nd_2(C_2O_4)_3 \longrightarrow Nd_2O_3 + 3CO_2\uparrow + 3CO\uparrow$$

钕铁硼废料回收法：经碱性洗涤去油垢后的钕铁硼原料（含钕 30.02%）加入 1∶4 H_2SO_4 反应至不再产生气泡，控制液固比为 4∶1，终点 pH 值为 1，过滤后滤液加入 2mol/L 的 NaH_2PO_4 至沉淀完全生成 Nd（H_2PO_4)$_3$，此时 pH 值为 2.3，而 Fe^{2+} 不产生沉淀。沉淀物经过滤并用 0.1mol/L

的 H_2SO_4 洗涤除铁。沉淀物用 12mol/L 的 NaOH 溶液经加热至 140℃便生成氢氧化物，用水洗涤，然后再用 1∶4 H_2SO_4 中和、溶解、过滤、浓缩、结晶成纯度高的硫酸钕结晶。再用 $(NH_4)_2CO_3$ 沉淀，经过滤、洗涤、烘干后在 80℃煅烧 1h 得 Nd_2O_3 纯品，含量≥99.0%，钕总回收率大于 90%。其反应式如下：

$$2Nd+3H_2SO_4 \longrightarrow Nd_2(SO_4)_3+3H_2\uparrow$$

$$Nd_2(SO_4)_3+6NaH_2PO_4 \longrightarrow 2Nd(H_2PO_4)_3\downarrow+3Na_2SO_4$$

$$Nd(H_2PO_4)_3+9NaOH \longrightarrow Nd(OH)_3\downarrow+3Na_3PO_4+6H_2O$$

$$2Nd(OH)_3+3H_2SO_4 \longrightarrow Nd_2(SO_4)_3+6H_2O$$

$$Nd_2(SO_4)_3+3(NH_4)_2CO_3 \longrightarrow Nd_2(CO_3)_3+3(NH_4)_2SO_4$$

$$Nd_2(CO_3)_3 \longrightarrow Nd_2O_3+3CO_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：参见氧化铈产品。

包装及贮运：用两层聚乙烯塑料袋包装，每袋净重 1kg、2kg、5kg，外套铁桶或硬纸板箱。应贮存在通风、干燥处，防止包装破损，包装应保持密封以防水、防潮。

【生产单位】 甘肃稀土新材料股份有限公司，内蒙古包钢稀土高科技股份有限公司，内蒙古包钢和发稀土有限公司，宜兴新威利成稀土有限公司，广东珠江稀土有限公司，阜宁稀土实业有限公司。

Aq018 碳酸钕

【英文名】 neodymium carbonate

【结构式】 $Nd_2(CO_3)_3$

【分子量】 468.508

【物化性质】 浅粉红色或淡紫色结晶粉末，属斜方晶系。溶于酸，难溶于水。将其水悬浮液煮沸，则水解生成碱式碳酸盐。在碱金属碳酸盐溶液中生成难溶性的碳酸复盐 $Nd_2(CO_3)_3 \cdot NaCO_3 \cdot H_2O$。能和大多数酸反应生成相应的盐，灼烧至 800℃转化为氧化钕。

【质量标准】 甘肃稀土集团有限公司企业标准 Q/YBXT 4190—1995

产品牌号	化学成分/%									
	REO ≥	Nd_2O_3/(REO) ≥	杂质含量 ≤							
			稀土杂质/REO					非稀土杂质		
			La_2O_3	CeO_2	Pr_6O_{11}	Sm_2O_3	Y_2O_3	Fe_2O_3	CaO	Na_2O
$Nd_2(CO_3)_3 \cdot xH_2O$-1	44～65	99.9	0.1					0.015	0.03	0.025
$Nd_2(CO_3)_3 \cdot xH_2O$-2	44～65	99	1					0.015	0.03	0.025
$Nd_2(CO_3)_3 \cdot xH_2O$-3	44～65	95	5					0.015	0.03	0.025
$Nd_2(CO_3)_3 \cdot xH_2O$-4	44～65	90	10					0.05	0.05	0.05

【用途】 用作玻璃的脱色剂和着色剂。

【制法】 溶剂萃取法：原料为用甲基膦酸二甲庚酯（P350）提镧后的稀土反萃液，浓缩成含总 Re_xO_y 150g/L、HNO_3 0.3mol/L 的稀土溶液。第一步用二（2-乙基己基）磷酸（P204）-煤油溶液进行钕钐分组，第二步用氯化三烷基甲胺（N263）-煤油溶液萃取钕，得到酸性硝酸钕溶液。用氨水中和，在较低温度下加入碳酸氢铵沉淀出碳酸钕，过滤、洗涤、离心、干燥即得产品。

【安全性】 参见氧化铈产品。

【生产单位】 甘肃稀土新材料股份有限公司，内蒙古包钢稀土高科技股份有限公司，内蒙古包钢和发稀土有限公司，广东珠江稀土有限公司，阜宁稀土实业有限公司。

Aq019 氟化钕

【英文名】 neodymium fluoride

【结构式】 NdF_3

【分子量】 201.235

【物化性质】 白色略带紫红色粉末，相对

密度 6.506，熔点 1410℃，沸点 2300℃。不溶于水，也不溶于盐酸、硝酸和硫酸，但能溶于高氯酸。在空气中有吸湿性，较稳定。与氟化铵生成 $NH_4F \cdot NdF_3$ 不溶性复盐。

【质量标准】 稀土行业标准 XB/T 214—2006

产品牌号			042030	042025	042020
化学成分(质量分数)/%	REO ≥		82.0	82.0	82.0
	NdF_3/REO ≥		99.9	99.5	99.0
	F ≥		27	27	27
	稀土杂质/REO ≤	La_2O_3	0.01	0.02	0.02
		CeO_2	0.01	0.02	0.03
		Pr_6O_{11}	0.05	0.20	0.50
		Sm_2O_3	0.01	0.02	0.03
		Y_2O_3	0.01	0.01	0.01
	非稀土杂质 ≤	Fe_2O_3	0.03	0.05	0.1
		SiO_2	0.05	0.07	0.1
		CaO	0.03	0.05	0.1
		Al_2O_3	0.03	0.05	0.1

【用途】 用于制备探测器的闪烁体，稀土晶体激光材料和稀土氟化物玻璃光导纤维，在冶金工业中是航空用镁合金的添加剂和电解生产金属。在照明光源中用于制造弧光灯炭电极。

【制法】 将氧化钕溶解于盐酸中并稀释至 100～150g/L（按 Nd_2O_3 计），溶液加热至 70～80℃，再用 48%的氢氟酸沉淀。沉淀经洗涤、过滤、干燥、粉碎、真空脱水，制得氟化钕。

【安全性】 参见氧化铈产品。

【生产单位】 甘肃稀土新材料股份有限公司，阜宁稀土实业有限公司，宜兴新威利成稀土有限公司。

Aq020 氧化镨

【英文名】 praseodymium oxide

【结构式】 Pr_6O_{11}

【分子量】 1021.52

【物化性质】 黑色粉末。相对密度 6.88，熔点 2042℃。不溶于水，能溶于酸生成相应的 3 价盐类，导电性良好。

【质量标准】 国家标准 GB/T 5239—2006

产品牌号			031030	031025	031020	031016
化学成分(质量分数)/%	REO ≥		99.0	99.0	99.0	99.0
	Pr_6O_{11}/REO ≥		99.9	99.5	99.0	96.0
	稀土杂质/REO ≤	La_2O_3	0.005	合量 0.5	合量 1.0	合量 4.0
		CeO_2	0.030			
		Nd_2O_3	0.050			
		Sm_2O_3	0.010			
		Y_2O_3	0.005			
	非稀土杂质 ≤	Fe_2O_3	0.005	0.010	0.010	0.010
		SiO_2	0.010	0.010	0.010	—
		CaO	0.010	0.050	0.050	—
		Cl^-	0.03	0.03	0.05	—
	灼减 ≤		1.0	1.0	1.0	1.0

【用途】 是制镨黄的原料，作陶瓷釉料色彩鲜艳。用于玻璃工业作着色剂，配成绿色，可仿制宝石。用作生产金属镨和制钐、镨、钴永磁合金的原料，及陶瓷器用黄色颜料。

【制法】 萃取法：独居石精矿经碱溶、除磷、稀盐酸浸出得氯化稀土溶液，用P204-煤油-HCl-$ReCl_3$体系萃取，可将稀土混合物分成轻、中、重稀土三组。萃余液La-Nd组轻稀土（含中稀土Sm_2O_3＜1%）按草酸盐沉淀次序为：钐、钕、镨、铈、镧，将其进行分离。可将草酸盐沉淀生成可溶性络合物后再沉淀使其分离，经烘干，在1000℃灼烧得氧化镨。其反应式如下：

$$3Pr_2(C_2O_4)_3 \longrightarrow Pr_6O_{11} + 7CO_2\uparrow + 11CO\uparrow$$

【安全性】

包装及贮运：用两层聚乙烯塑料袋包装，每袋净重5kg，外套铁桶或硬纸板箱。贮存于通风、干燥处，应注意防潮。贮运过程中应避免包装破损。

毒性及防护：参见氧化铈。

【生产单位】 甘肃稀土新材料股份有限公司，内蒙古包钢稀土高科技股份有限公司，内蒙古包钢和发稀土有限公司，宜兴新威利成稀土有限公司，广东珠江稀土有限公司，上海跃龙稀土新材料股份有限公司。

Aq021 氧化钐

【英文名】 samarium oxide

【结构式】 Sm_2O_3

【分子量】 348.72

【物化性质】 白色略带微黄粉末。相对密度8.347，熔点2262℃。不溶于水，可溶于酸，在空气中吸收二氧化碳和水分。

【质量标准】 国家标准GB/T 2969—2008

<table>
<tr><th colspan="3">产品牌号</th><th>061040</th><th>061030</th><th>031025</th><th>031020</th></tr>
<tr><td rowspan="14">化学成分(质量分数)/%</td><td colspan="2">REO ≥</td><td>99</td><td>99</td><td>99</td><td>99</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sm_2O_3/REO ≥</td><td>99.99</td><td>99.9</td><td>99.5</td><td>99</td></tr>
<tr><td rowspan="6">稀土杂质/REO ≤</td><td>Pr_6O_{11}</td><td>0.0025</td><td rowspan="6">合量0.1</td><td rowspan="6">合量0.5</td><td rowspan="6">合量1</td></tr>
<tr><td>Nd_2O_3</td><td>0.0035</td></tr>
<tr><td>Er_2O_3</td><td>0.0010</td></tr>
<tr><td>Gd_2O_3</td><td>0.0010</td></tr>
<tr><td>Y_2O_3</td><td>0.0010</td></tr>
<tr><td>其他稀土杂质</td><td>合量0.0010</td></tr>
<tr><td rowspan="5">非稀土杂质 ≤</td><td>Fe_2O_3</td><td>0.0005</td><td>0.001</td><td>0.001</td><td>0.005</td></tr>
<tr><td>SiO_2</td><td>0.005</td><td>0.005</td><td>0.01</td><td>0.05</td></tr>
<tr><td>CaO</td><td>0.005</td><td>0.01</td><td>0.05</td><td>0.05</td></tr>
<tr><td>Al_2O_3</td><td>0.01</td><td>0.02</td><td>0.03</td><td>0.04</td></tr>
<tr><td>Cl^-</td><td>0.01</td><td>0.01</td><td>0.02</td><td>0.03</td></tr>
<tr><td colspan="2">灼减 ≤</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr>
</table>

【用途】 可作红外线吸收的玻璃添加剂、感光材料中的涂料、制钐钴永磁材料，以及生产金属钐的原料。

【制法】 萃取法：处理独居石或混合稀土矿所得的氯化稀土溶液，用P204-煤油-HCl-RCl_3体系萃取，首先进行钕钐分组，将钐及重稀土萃入有机相，然后用2.0mol/L HCl进行反萃中重稀土，再用5.0mol/L HCl反萃重稀土。分组所得中稀土钐钆富集物经锌粉还原、碱度法提取铕后，采用混合稀土分组方法分离钐和钆。经溶解，用草酸沉淀、分离、烘干、

灼烧，制得氧化钐。其反应式如下：

$$Sm_2(C_2O_4)_3 \longrightarrow Sm_2O_3 + 3CO_2\uparrow + 3CO\uparrow$$

【安全性】

包装及贮运：用双层聚乙烯塑料袋包装，每袋净重 5kg、10kg，外套铁桶。贮存于通风、干燥处，注意防潮。贮运过程中应防止包装破损。

毒性及防护：参见氧化铈产品。

【生产单位】 甘肃稀土新材料股份有限公司，内蒙古包钢稀土高科技股份有限公司，宜兴新威利成稀土有限公司，广东珠江稀土有限公司，上海跃龙稀土新材料股份有限公司。

Aq022 氧化钪

【英文名】 scandium oxide；scandia

【结构式】 Sc_2O_3

【分子量】 137.91

【物化性质】 白色粉末。相对密度 3.864，溶于热酸，不溶于水。

【质量标准】 国家标准 GB/T 13219—2010

<table>
<tr><th colspan="3">产品牌号</th><th>161055</th><th>161050</th><th>161040</th><th>161035</th><th>161030</th></tr>
<tr><td rowspan="29">化学成分(质量分数)/%</td><td colspan="2">REO ≥</td><td>99</td><td>99</td><td>99</td><td>99</td><td>99</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sc_2O_3/REO ≥</td><td>99.9995</td><td>99.999</td><td>99.99</td><td>99.95</td><td>99.9</td></tr>
<tr><td>稀土杂质/REO ≤</td><td>La_2O_3
CeO_2
Pr_6O_{11}
Nd_2O_3
Sm_2O_3
Eu_2O_3
Gd_2O_3
Tb_4O_7
Dy_2O_3
Ho_2O_3
Er_2O_3
Tm_2O_3
Yb_2O_3
Lu_2O_3
Y_2O_3</td><td>合量 0.0005</td><td>合量 0.001</td><td>合量 0.01</td><td>合量 0.05</td><td>合量 0.15</td></tr>
<tr><td rowspan="11">非稀土杂质 ≤</td><td>SiO_2</td><td>0.0010</td><td>0.0015</td><td>0.0020</td><td>0.010</td><td>0.020</td></tr>
<tr><td>Fe_2O_3</td><td>0.00050</td><td>0.0005</td><td>0.0010</td><td>0.0050</td><td>0.020</td></tr>
<tr><td>CaO</td><td>0.0010</td><td>0.0015</td><td>0.003</td><td>0.015</td><td>0.030</td></tr>
<tr><td>ZrO_2</td><td>0.00050</td><td>0.0015</td><td>0.0030</td><td>0.030</td><td>0.10</td></tr>
<tr><td>Al_2O_3</td><td>0.00050</td><td>0.00050</td><td>0.0010</td><td>0.0030</td><td>0.050</td></tr>
<tr><td>TiO_2</td><td>0.0010</td><td>0.0030</td><td>0.0050</td><td>0.010</td><td>0.050</td></tr>
<tr><td>CuO</td><td>0.00050</td><td>0.0020</td><td>0.0050</td><td>0.020</td><td>—</td></tr>
<tr><td>V_2O_5</td><td>0.00050</td><td>0.00050</td><td>0.00050</td><td>0.0020</td><td>—</td></tr>
<tr><td>MgO</td><td>0.00050</td><td>0.00050</td><td>0.00050</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>Na_2O</td><td>0.00050</td><td>0.00050</td><td>0.0010</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>NiO</td><td>0.00050</td><td>0.00050</td><td>0.00050</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td colspan="2">灼减 ≤</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr>
</table>

【用途】 用于电子工业、激光及超导材料、合金添加剂，各种阴极涂层添加剂等。

【制法】 由钴、镍矿中分离出的粗氧化钪，经加工制成氢氧化钪，再经加热、焙烧制得氧化钪成品。

【安全性】 用聚乙烯塑料袋包装，每袋净重 5kg。贮存于阴凉、通风、干燥的库房中，防止阳光照射。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

【生产单位】 甘肃稀土新材料股份有限公司，上海跃龙稀土新材料股份有限公司，广东珠江稀土有限公司。

Aq023 氧化铽

【英文名】 terbium oxide；terbia

【结构式】 Tb_4O_7

【分子量】 747.70

【物化性质】 棕褐色无定形粉末。相对密度 8.33，熔点 2337℃。不溶于水，溶于热浓酸。

【质量标准】 国家标准 GB/T 12144—2009

产品牌号			091050	091045	091040	091035	091030	091025
化学成分(质量分数)/%	REO ≥		99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0
	Tb_4O_7/REO ≥		99.999	99.995	99.99	99.95	99.9	99.5
	稀土杂质/REO ≤	La_2O_3	0.00005	合量 0.001	合量 0.002	合量 0.05	合量 0.1	合量 0.5
		CeO_2	0.00005					
		Pr_6O_{11}	0.00005					
		Nd_2O_3	0.00005					
		Sm_2O_3	0.00005					
		Er_2O_3	0.00005					
		Tm_2O_3	0.00005					
		Yb_2O_3	0.00005					
		Lu_2O_3	0.00005					
		Eu_2O_3	0.00005	0.001	0.002			
		Gd_2O_3	0.0001	0.001	0.002			
		Dy_2O_3	0.0002	0.001	0.002			
		Ho_2O_3	0.00005	0.0005	0.001			
		Y_2O_3	0.00005	0.0005	0.001			
	非稀土杂质 ≤	Fe_2O_3	0.0003	0.0003	0.0005	0.002	0.003	0.005
		CaO	0.001	0.001	0.002	0.005	0.005	0.01
		SiO_2	0.003	0.003	0.003	0.01	0.01	0.02
		Cl^-	0.01	0.01	0.02	0.04	—	—
	灼减 ≤		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

【用途】 用作钆铁、钆铝石榴石的添加剂和生产金属铽的原料，还可用作荧光粉的活化剂，作 X 射线增感纸用荧光体。

【制法】 灼烧法：将硝酸铽或碳酸铽或硫

酸铽溶液与氢氧化钠反应生成氢氧化铽沉淀，经过滤、灼烧，制得氧化铽。其反应式如下：

$$8Tb(OH)_3 + O_2 \longrightarrow 2Tb_4O_7 + 12H_2O$$

【安全性】

包装及贮运：用聚乙烯塑料瓶包装，外套聚乙烯塑料袋封口，每瓶净重 0.5kg 或 1kg，再置于钙塑箱（或木箱、铁桶）中。应贮存于通风、干燥的库房中，贮运过程中应注意防潮和包装破损。

毒性及防护：参见氧化铈产品。

【生产单位】 广东珠江稀土有限公司，宜兴新威利成稀土有限公司，上海跃龙稀土新材料股份有限公司。

Aq024 氧化铥

【英文名】 thulium oxide；thulia

【结构式】 Tm_2O_3

【分子量】 385.87

【物化性质】 灰白色粉末，加热后变为有光泽的红色，长时间加热又可以变为黄白色，熔点 2392℃。不溶于水，在强酸中能缓慢地溶解。

【质量标准】 稀土行业标准 XB/T 202—2010

产品牌号			131040	131035	131030	131025	131020
化学成分(质量分数)/%	REO ≥		99.0	99.0	99.0	99.0	99.0
	Tm_2O_3/REO ≥		99.99	99.95	99.9	99.5	99
	稀土杂质/REO ≤	Dy_2O_3	0.0005	合量 0.05	合量 0.1	合量 0.5	合量 1.0
		Ho_2O_3	0.0005				
		Er_2O_3	0.0005				
		Lu_2O_3	0.007				
		Yb_2O_3					
		Y_2O_3	0.0005				
		其他	合量 0.001				
	非稀土杂质 ≤	Fe_2O_3	0.0005	0.0020	0.010	0.050	0.070
		SiO_2	0.0050	0.0050	0.010	0.050	0.050
		CaO	0.0050	0.010	0.030	0.050	0.050
		Cl^-	0.020	0.030	0.050	0.050	0.050
	灼减 ≤		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

【用途】 主要用于制造携带式 X 射线透射装置，也可用作反应堆中的控制材料。

【制法】 萃取法：分解褐钇铌矿所得混合稀土含有 Y_2O_3 50% 和 CeO_2 约 4%，以除铈后的硝酸稀土溶液进料，采用 N263-$LiNO_3$ 体系萃取分组得富钇稀土，经酸溶后再以 N263-重溶剂-NH_4SCN 体系萃取提纯钇，萃余液为富钇稀土，其他重稀土铥、镱、镥进入有机相，再经铥、镥分组萃取、反萃，使铥、镱进入水相，经草酸沉淀分离、过滤、灼烧，制得氧化铥。其反应式如下：

$$Tm_2(C_2O_4)_3 \longrightarrow Tm_2O_3 + 3CO_2\uparrow + 3CO\uparrow$$

【安全性】

包装及贮运：用聚乙烯塑料瓶包装，外套纸箱保护，每瓶净重 100g 或 250g。应贮存于通风、干燥的库房中，贮运过程中应注意防潮和包装破损。

毒性及防护：参见氧化铈。

【生产单位】 甘肃稀土新材料股份有限公

司，宜兴新威利成稀土有限公司，赣州科力稀土新材料有限公司，赣州市鸿富新材料有限公司，从化市建丰稀土有限公司。

Aq025 氧化镱

【英文名】 ytterbium oxie；ytterbia

【结构式】 Yb_2O_3

【分子量】 394.08

【物化性质】 白色粉末，含有少量氧化钍时呈黄褐色。相对密度 9.17，熔点 2372℃，不溶于水和冷酸，溶于温稀酸。

【质量标准】 稀土行业标 XB/T 203—2006

产品牌号			141040	141035	141030	141025	141020
化学成分(质量分数)/%	REO ≥		99.0	99.0	99.0	99.0	99.0
	Yb_2O_3/REO ≥		99.99	99.95	99.9	99.5	99
	稀土杂质/REO ≤	Dy_2O_3	0.0005	合量 0.05	合量 0.1	合量 0.5	合量 1.0
		Ho_2O_3	0.0005				
		Er_2O_3	0.0005				
		Tm_2O_3	0.0080				
		Lu_2O_3					
		Y_2O_3	0.0005				
	非稀土杂质 ≤	Fe_2O_3	0.0005	0.0010	0.010	0.050	0.070
		SiO_2	0.0050	0.0050	0.010	0.050	0.050
		CaO	0.010	0.020	0.050	0.080	0.10
		Cl^-	0.020	0.030	0.030	0.050	0.050
	灼减 ≤		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

【用途】 主要用于制造计算机的磁泡材料，使磁泡贮存器具有高速度、大容量、小体积、多功能等特点。

【制法】 萃取法：分解褐钇铌矿所得混合稀土含有 Y_2O_3 50%和 CeO_2 约 4%，以除铈后的硝酸稀土溶液进料，采用 N263-$LiNO_3$体系萃取分组得富钇稀土，经酸溶后，再以 N263-重溶剂-NH_4SCN 体系萃取提纯钇，萃余液为富钇稀土，铥、镱、镥重稀土进入有机相，再经 N263-重溶剂萃取使铥、镥分组，用盐酸反萃使铥、镱进入水相，经草酸沉淀分离、过滤、灼烧，制得氧化镱。其反应式如下：

$$Yb_2(C_2O_4)_3 \longrightarrow Yb_2O_3 + 3CO_2\uparrow + 3CO\uparrow$$

【安全性】

包装及贮运：用聚乙烯塑料瓶包装，外套纸箱保护，每瓶净重 250g 或 500g。应贮存于通风、干燥的库房中，贮运过程中应注意防潮和避免包装破损。

毒性及防护：参见氧化铈产品。

【生产单位】 甘肃稀土新材料股份有限公司，上海跃龙稀土新材料股份有限公司，广东珠江稀土有限公司，宜兴新威利成稀土有限公司，赣州市鸿富新材料有限公司。

Aq026 氧化钇

【英文名】 yttrium oxide；yttria

【结构式】 Y_2O_3

【分子量】 225.81

【物化性质】 白色略带黄色粉末。相对密度 5.01，熔点 2410℃。不溶于水和碱，溶于酸，露置空气中易吸收二氧化碳和水。

【质量标准】 国家标准 GB/T 3503—2006

产品牌号			171050	171045	171040	171030A	171030B	171030C	171020
化学成分(质量分数)/%	REO ≥		99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	98.5
	Y_2O_3/REO ≥		99.999	99.995	99.99	99.9	99.9	99.9	99.0
	稀土杂质/REO ≤	La_2O_3	0.0002	0.0005	0.0010	—	0.02	合量 0.1	合量 1.0
		CeO_2	0.0002	0.0005	0.0005	0.0005			
		Pr_6O_{11}	0.0001	0.0005	0.0010	0.0005	0.001		
		Nd_2O_3	0.0001	0.0005	0.0010	0.0005	0.001		
		Sm_2O_3	0.0001	0.0005	0.0010	0.003	0.001		
		Eu_2O_3	0.0001	0.0003	0.0010	—	—		
		Gd_2O_3	0.0001	0.0005	0.0010	—	0.01		
		Tb_4O_7	0.0001	0.0005	0.0010	—	0.001		
		Dy_2O_3	0.0001	0.0005	0.0010	—	—		
		Ho_2O_3	0.0001	0.0005	0.0010	—	—		
		Er_2O_3	0.00005	0.0005	0.0010	—	—		
		Tm_2O_3	0.00005	0.0003	0.0005	—	—		
		Yb_2O_3	0.00005	0.0005	0.0010	—	—		
		Lu_2O_3	0.00005	0.0005	0.0010	—	—		
	非稀土杂质 ≤	Fe_2O_3	0.0003	0.0005	0.0007	0.0005	0.001	0.002	0.005
		CaO	0.0007	0.0010	0.0010	—	—	0.002	0.005
		CuO	0.0005	0.0006	0.0006	0.0002	0.0005	0.001	—
		NiO	0.0005	0.0005	0.0010	0.0002	0.0005	0.001	—
		PbO	0.0005	0.0005	0.0010	0.0005	0.0005	0.001	—
		SiO_2	0.0020	0.003	0.0050	—	—	0.005	0.01
		Cl^-	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.05
	灼减 ≤		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

注：表中“171030A”、“171030B”、“171030C”分别表示“光学玻璃用”、“人造宝石用”、“普通型”专用标准。

【用途】 主要用于制造单晶、钇铁柘榴石、钇铝钕柘榴石等复合氧化物，这些复合氧化物由于高频性能好，可作为微波用磁性材料及军事通信工程用的重要材料。也可用作高级光学玻璃添加剂制高温透明玻璃、陶瓷材料添加剂、X光增感屏稀土荧光粉、大屏幕电视用高亮度荧光粉和其他显像管涂料。此外还用于制造薄膜电容器和特种耐火材料，以及高压水银灯、激光、储存元件等的泡磁区材料。

【制法】 萃取法：分解褐钇铌矿所得混合稀土含 Y_2O_3 50%和 CeO_2 约 4%，以除铈后的硝酸稀土溶液进料，采用 N263-$LiNO_3$体系萃取分组得富钇稀土，经酸溶后再以 N263-重溶剂-NH_4SCN 体系萃取提纯钇，分组后的萃余液为富钇稀土，经直接浓缩、过滤、灼烧，制得氧化钇。其反应式如下：

$$Y_2(C_2O_4)_3 \longrightarrow Y_2O_3 + 3CO_2\uparrow + 3CO\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：参见氧化铈产品。

包装及贮运：用聚乙烯塑料瓶包装，外套纸箱保护，每瓶净重 1kg 或 2kg；或用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每袋净重 5kg。应贮存于通风、干燥的库房中，贮运过程中应注意防潮和避免包装破损。

【生产单位】 上海跃龙稀土新材料股份有限公司，广东珠江稀土有限公司，宜兴新

威利成稀土有限公司，赣州市鸿富新材料有限公司，从化市建丰稀土有限公司。

Aq027 氟化钇

【英文名】 yttrium fluoride

【结构式】 YF_3

【分子量】 145.901

【物化性质】 白色粉末，密度 4.01，熔点 1152℃，沸点 2230℃。不溶于水，难溶于盐酸、硝酸和硫酸，但能溶于高氯酸。在空气中有吸湿性，较稳定，与氟化铵生成 $NH_4F \cdot YF_3$ 不溶性复盐。

【质量标准】 甘肃稀土集团有限公司企业标准 Q/YBXT 4280—1995

产品牌号	化学成分/%							pH（10%水溶液）
	REO ≥	Y_2O_3/REO ≥	F^-	杂质含量≤				
				Fe_2O_3	CaO+MgO	SO_4^{2-}	水分(120℃,1h)	
YF_3-1	75	99.95	30	0.05	0.05	0.2	1	4～7
YF_3-4	75	99	30	0.5	1.5	1	1	4～7

【用途】 用于制备稀土晶体激光材料、上转换发光材料、氟化物玻璃光导纤维和氟化物旋光玻璃。在照明光源中用于制造弧光灯炭电极，是电解制取金属钇的原料。

【制法】 化学法：将氧化钇溶解于盐酸中并稀释至 100～150g/L（按 Y_2O_3 计），溶液加热至 70～80℃，再用 48%的氢氟酸沉淀。沉淀经洗涤、过滤、干燥、粉碎、真空脱水，制得氟化钇。

【安全性】 参见氧化铈产品。

【生产单位】 甘肃稀土新材料股份有限公司，赣州市鸿富新材料有限公司。

Ar 过氧化物

无机过氧化物主要包括无机元素的过氧化物、超氧化物、臭氧化物、过氧酸和过氧络合物等。过氧化氢及其衍生物在无机过氧化物中占据着重要的地位。无机超氧化物目前有工业规模生产和实际意义的产品只有超氧化钾和超氧化钠。

无机过氧化物主要以氧化剂或氧源的形式获得应用。冶金工业用于矿石处理和金属提取、金属表面处理，制备和净化半导体材料，制作高温发生器的半导体材料等。化学工业用于无机、有机化合物的制备及生产环氧树脂等化工产品，还用作高分子材料聚合过程的引发剂。碱土金属过氧化物用于焰火制造、发光灯的阴极材料。轻工、纺织部门用于制造洗涤剂、去污剂及食品防腐，也用于漂白、印染天然和人造纤维，漂白木质纸浆、化学纸浆、肥皂、油脂、毛皮等轻纺产品。在建材工业中作为发孔剂生产速烧水泥（多细孔混凝土）。在环境保护方面，用于污水处理，如对含氰废水、含亚硝酸盐废水具有解毒作用。在农业上可以增速种子和果实的成熟和消灭病虫害，最近新开发用于水产养殖、水稻直播等。

过氧化氢浓溶液作为高能燃料应用在液体火箭发动机、导弹装置及宇宙飞船上，其稀溶液主要用作杀菌剂。碱金属过氧化物可制成空气再生药板和药粒，并可再生氧气、消除二氧化碳及其他有害气体。

近年来，随着过氧化氢生产技术的进步，工业生产方法由电解法转向有机法，以蒽醌自动氧化法为主流。到目前为止，尚未出现可代替蒽醌法的更有效方法。然而，国外对氢、氧直接合成法及氧阴极还原法制造过氧化氢进行了大量的研究，预计将成为有前途的方法。

Ar001 臭氧

【别名】 富氧；超氧

【英文名】 ozone

【结构式】 O_3

【分子量】 47.9982

【CAS】 10028-15-6

【物化性质】 氧的同素异形体，淡蓝色刺激性气体，液态时呈暗蓝色，固态时呈紫黑色。熔点 －251.4℃，沸点 －112.4℃。经测定，其分子量为氧原子的3倍，密度为氧的1.5倍。不稳定，常温下能自行分解为氧。具有氧化能力强

和反应速度快的特性。

臭氧具有很高的氧化电位（2.076V），比氯（1.36V）高出50%以上，因此它具有比氯更强的氧化能力。臭氧由氧按以下热化学方程形成：

$$3O_2 \longrightarrow 2O_3 + 285kJ$$

由此反应式可见臭氧的形成是吸热过程。因此，臭氧分子极不稳定，可自行分解，伴随着分解过程会放出能量。所以，臭氧比氧具有更高的活性和氧化能力。

在常温下为蓝色气体，有类似鱼腥的气味，因此得名为臭氧。

【用途】 臭氧是比氧气更强的氧化剂，对细菌、霉菌等微生物有极强的杀灭作用，可有效分解果蔬代谢物，因此可迅速氧化分解有机污染物气体，如饰材味、油烟味、家具味等混杂的异味；还可以杀菌防霉、保鲜防腐。臭氧消毒灭菌有很多优势，比如高效、广普、无死角，此外由于臭氧稳定性差，很快自行分解为氧气和单个氧原子，单个氧原子又自行结合为氧分子，不存在任何有毒残留物，所以称无污染消毒灭菌剂。因此，其被广泛应用于日常生活、医疗、环保、食品卫生等领域。

【制法】

（1）光化学法　光波中的紫外线会使氧分子分解并聚合成臭氧 O_3，大气上空的臭氧层即这样产生的。使用185nm的紫外线生产臭氧的效率为130g/（kW·h），效率比较高，但是目前由于低压汞紫外灯的电-光转换效率很低，所以工业上应用价值不大。

（2）电化学法　利用直流电源电解含氧电解质生产臭氧的方法历史悠久，20世纪80年代以前的电解质的电解面积小，运行费用很高。近期发展的SPE（固态聚合物电解质）电极与金属氧化催化技术，使用纯水电解得到14%以上的高浓度臭氧，使得电化学臭氧发生器技术向前迈进一大步。使用电解法制取臭氧，阳极需用氧超电势高的材料，已有两种类型的臭氧电解槽：一种是利用全氟化磺酸型离子交换树脂作电解质，一面覆盖 PbO_2 作阳极，另一面覆盖铂作阴极（出氢），电解时纯水通过阳极室，可得>100mg/L的臭氧水溶液，主要用于现场高纯水的消毒灭菌和超纯化；另一种是采用氧阴极，氟碳黏结剂浸渍的碳阳极，HBF_4 作电解液的传统电解池，可获得 O_3 浓度高达35%（体积分数）的溶液，在离开电解池后必须立即稀释至15%以防爆炸。

（3）电晕放电法　电晕放电法又称无声放电或辉光发电法，是利用交变高压电场使含氧气体产生电晕放电，电晕中的高能电子离解氧气分子形成自由氧原子，再与氧气分子和惰性气体发生碰撞反应结合成臭氧分子。

【安全性】 空气中臭氧含量在 0.1×10^{-6} 以下对人体健康有益，研究表明，臭氧浓度在 0.02×10^{-6} 时，嗅觉灵敏的人便可觉察，这个浓度被称为感觉临界值。当臭氧浓度达到 0.15×10^{-6} 时，一般人都能嗅出，这个浓度被称为嗅觉浓度值，也是卫生标准点。当臭氧浓度达 $(1\sim10)\times10^{-6}$ 时，被称为刺激范围。10×10^{-6} 以上的臭氧浓度则被称为中毒浓度。臭氧的毒性主要来自于对蛋白质和不饱和脂肪酸的氧化，从而损伤机体组织。吸入臭氧后，可引起呼吸加促、胸闷等症状，进而脉搏加快、头疼，严重时可发生肺气肿，甚至死亡。我国卫生部规定的空气中臭氧安全浓度为 0.1×10^{-6}，工业卫生标准是 0.15×10^{-6}，劳动保护部门规定安全浓度下工作不能超过10h。接触 20×10^{-6} 以下的臭氧不超过2h不会对人产生永久性危害。

【生产单位】 南京万杰臭氧机电设备厂，深圳市益泉净化科技有限公司。

Ar002 过氧化氢

【别名】 双氧水

【英文名】 hydrogen peroxide

【结构式】 H_2O_2

【分子量】 34.01

【CAS】 7722-84-1

【物化性质】 过氧化氢是含有极性键和非极性键的极性分子，其结构式为 H—O—O—H。纯 H_2O_2 是一种淡蓝色的黏稠液体，它的极性比 H_2O 强，密度随温度变化正常，可以与水以任意比例互溶，3%的 H_2O_2 水溶液在医药上称为双氧水，有消毒杀菌的作用。过氧化氢能以任意比与水混合，其分子间因具有较强氢键，故在液态、固态中存在缔合分子而使之比水有较高的沸点（150.2℃）和介电常数。液体相对密度 1.46，固体相对密度 1.71（凝固点），熔点 −0.43℃，溶于水、醇、醚，不溶于石油醚。

过氧化氢的化学性质如下。

① 弱酸性：$Na_2O_2 + 2HCl \longrightarrow H_2O_2 + 2NaCl$（强酸制弱酸）。

② 氧化性：还原产物为 H_2O，不会引入新的杂质。

③ 还原性：氧化产物为 O_2。

④ 不稳定性：有资料显示，纯的过氧化氢相当稳定，H_2O_2 的质量分数为 90%的浓双氧水在 500℃时每小时仅有 0.001%的 H_2O_2 分解。光照、加热及一些重金属离子都能加速它的分解。注意：a. 过氧化氢既有氧化性又有还原性，其中又以氧化性为主；b. 过氧化氢遇到强氧化剂时显还原性，发生氧化反应；遇到强还原剂时，发生还原反应；c. 过氧化氢在发生氧化反应或还原反应时，其本身都不给反应环境造成杂质，因此，过氧化氢是某些物质制备和除杂质时较为理想的氧化剂或还原剂。

【质量标准】

1.《工业级过氧化氢》（GB 1616—2003）

指标名称 \ 指标		27.50%		30%	35%	50%	70%
		优等品	合格品				
H_2O_2质量分数/%	≥	27.5	27.5	30.0	35.0	50.0	70.0
游离酸(以 H_2SO_4计)质量分数/%	≤	0.040	0.050	0.040	0.040	0.040	0.050
不挥发物质量分数/%	≤	0.08	0.10	0.08	0.08	0.08	0.12
稳定度/%	≥	97.0	90.0	97.0	97.0	97.0	97.0
总碳(以 C 计)质量分数/%	≤	0.030	0.040	0.025	0.025	0.035	0.050
硝酸盐(以 NO_3)计质量分数/%	≤	0.020	0.020	0.020	0.020	0.025	0.030

2. 食品添加剂级过氧化氢（GB 22216—2008）

指标名称 \ 指标		30%	35%	50%
H_2O_2质量分数/%	≥	30.0	35.0	50.0
稳定度质量分数/%	≥	98.0	98.0	98.0
酸度(以 H_2SO_4计)质量分数/%	≤	0.02	0.02	0.02
不挥发物质量分数/%	≤	0.0060	0.0060	0.0080
磷酸盐(以 PO_4计)质量分数/%	≤	0.0050	0.0050	0.0070
砷(As)质量分数/%	≤	0.0001	0.0001	0.0001
铅(Pb)质量分数/%	≤	0.0004	0.0004	0.0004
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.00005	0.00005	0.00005
锡(Sn)质量分数/%	≤	0.0010	0.0010	0.0010
总有机碳(TOC)质量分数/%	≤	0.0080	0.0080	0.0100

【用途】 是重要的氧化剂、漂白剂、消毒剂和脱氯剂。主要用于棉织物及其他织物漂白，纸浆的漂白及脱墨；有机和无机过氧化物的制造；有机合成和高分子合成；有毒废水的处理；食品行业中作漂白剂、氧化剂、淀粉变性剂、防腐剂以及纸塑无菌包装材料在包装前的杀菌和无菌灌装机生产线之用；电子行业中主要用作集成电路板上含金属部分表面的腐蚀和硅晶与集成电路的清洗。

【制法】

（1）电解法　有过硫酸铵法、过硫酸钾法和过硫酸法三种。工业上主要采用过硫酸铵法，该法具有电流效率高、工艺流程短、电耗低等优点。

过硫酸铵法：电解硫酸氢铵水溶液，生成含量为 180～240g/L 的过硫酸铵，在减压下进行水解，蒸馏，浓缩分离，除去酸雾，然后经精馏，制得过氧化氢，控制过氧化氢成品浓度为 27.5%。其反应式如下：

$$2NH_4HSO_4 \longrightarrow (NH_4)_2S_2O_8 + H_2\uparrow$$

$$(NH_4)_2S_2O_8 + 2H_2O \longrightarrow 2NH_4HSO_4 + H_2O_2$$

（2）有机法　有蒽醌法和异丙醇法两种。蒽醌法技术成熟，目前国内外基本上采用该法。异丙醇法在我国曾进行过试验，但未实现工业化。

① 蒽醌法。烷基蒽醌（二乙基蒽醌）与有机溶剂（氢化萜松醇、磷酸三辛酯和重芳烃）配制成工作溶液，在压力为 3.03×10^5 Pa、温度为 55～65℃、有催化剂存在的条件下，通入氢气进行氢化，再在 40～44℃下与空气（或氧气）进行逆流氧化，经萃取、净化制得过氧化氢成品。其主要化学反应式如下：

氢化反应

（2-乙基蒽醌）C_2H_5 + H_2 ⟶ （2-乙基蒽氢醌，OH/OH）C_2H_5

（四氢-2-乙基蒽醌，H）C_2H_5 + H_2 ⟶ （四氢-2-乙基蒽氢醌，H，OH/OH）C_2H_5

氧化反应

（OH/OH）C_2H_5 + O_2 ⟶ （O/O）C_2H_5 + H_2O_2

（H，OH/OH）C_2H_5 + O_2 ⟶ （H，O/O）C_2H_5 + H_2O_2

总反应式

$$H_2 + O_2 \xrightarrow{\text{二乙基蒽醌＋催化剂}} H_2O_2$$

② 异丙醇法。以异丙醇为原料，以过氧化氢或其他过氧化物为引发剂，用空气（或氧气）进行液相氧化，生成过氧化氢和丙酮，经蒸发，使过氧化氢同有机物及水分分离，再经有机溶剂萃取净化，即得过氧化氢成品。此法同时可副产丙酮。其反应式如下：

$$(CH_3)_2CHOH + O_2 \longrightarrow CH_3COCH_3 + H_2O_2$$

【安全性】

毒性与防护：在有酸存在下较稳定，有腐蚀性、毒害性，10%以上浓度的过氧化氢接触皮肤，在表皮上发生白斑并伴有疼痛，高浓度过氧化氢能使有机物质燃烧，与二氧化锰相互作用能引起爆炸。25%以上则引起疼痛和形成水泡而发生剧烈化学烧伤，进入眼中则引起剧烈疼痛，损伤角膜，严重时甚至失明，吸入 $260mg/m^3$ 浓度的过氧化氢蒸气引起支气管发炎，肺气肿甚至死亡，车间允许最高浓度 $3mg/m^3$。工作接触时要穿防护衣，戴聚乙烯或聚氯乙烯制的手套和聚合材料制的透明防护眼镜和面具。如触及皮肤或溅入眼睛用温水冲洗。双氧水属 5.1 类氧化剂，有强氧化性，虽本身不可燃，但分解时产生的氧气能强烈地助燃，与易燃物、有机物接触后会引起爆炸，撞击、

摩擦和震动时有燃烧爆炸的危险。浓度大于40%的双氧水有腐蚀性。

包装与贮运：工业品用聚乙烯桶、铝桶包装，或用铝制槽车装运。用聚乙烯桶包装，每桶净重50kg；用铝桶包装，每桶净重100kg。各种包装上应有排气孔。包装好的成品都应附有质量证明书，包装上应涂有牢固的“氧化剂”标志。属一级无机酸性腐蚀性物品。危规编号：91038。应贮存在阴凉、清洁、通风的库房中。库温不宜超过30℃，避免日光照射。容器要盖紧，通气孔要畅通，防止灰尘堵塞。隔绝热源与火种。不可与有机物或铁、铜、铬等金属及其盐类共贮混运。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。本品不宜久贮，平时应加强检查，发现漏桶及时更换，如遇垫仓木冒烟，应立即将冒烟物搬出仓外，或用水浇。失火时，可用水、干砂或二氧化碳灭火器扑救。危险类别：5.1类氧化剂。

【生产单位】 武汉醒狮化学品有限公司，杭州金田化工有限公司，杭州大自然有机化工实业有限公司，江苏新亚化工有限公司，重庆川东化工（集团）有限公司，江苏金城试剂有限公司。

Ar003 过氧化锂

【英文名】 lithium peroxide

【结构式】 Li_2O_2

【分子量】 45.88

【CSA】 12031-80-0

【物化性质】 活性氧含量32.5%～34.87%，白色细粉末或黄色颗粒。相对密度（水的相对密度为1）2.14（20℃），溶于水、甲醇，不溶于乙醇。有一定的吸水性，但吸水能力不及其他碱金属过氧化物。在室温下稳定，真空加热到283℃完全分解。纯过氧化锂在氩气内完全分解的温度为340℃。

【质量标准】 参考标准

产品规格	纯度	外观(颜色)	外观(形态)	X射线衍射	$kMnO_4$ 滴定法的主含量
工业级	≥90%	白色或乳白色	粉状或晶体	符合结构	89.5%～110.5%

【用途】 用作氧化剂，是制造热电偶、含氧化碲光学玻璃的原料，用于合成有机过氧化锂，也用于制造发泡剂。过氧化锂还能净化密闭潜艇、宇宙飞船、航天飞机内的气体。用于焊接、矿井救援，是潜艇氧源的结合剂，起生氧和除氯的双重作用。

【制法】

（1）氢氧化锂、金属锂与过氧化氢在有机溶剂中反应法　以1∶(3.8～3.9）的摩尔比，将一水氢氧化锂溶解在65%～67%过氧化氢溶液中，不断搅拌混合物，用冰冷却反应溶液。适量加入0℃的乙醇，形成白色晶体。反应式如下：

$$2LiOH+2H_2O_2 \xrightarrow{0℃} Li_2O_2 \cdot H_2O_2 \cdot 2H_2O$$

$$Li_2O_2 \cdot H_2O_2 \cdot 2H_2O \xrightarrow{100\sim120℃,真空} Li_2O_2+3H_2O+1/2O_2$$

过滤出晶体，用无水乙醇洗涤。产物在100～120℃、压力为4kPa下，经过6h真空干燥，得到纯度为92%～94%的过氧化锂。

亦可用无水氢氧化锂的甲醇溶液和27.5%过氧化氢溶液反应，搅拌30min，直接从甲醇溶液中析出过氧化锂沉淀，过滤后用甲醇洗涤，在90～100℃时，经真空干燥，得到高纯度的过氧化锂。

（2）氢氧化锂与过氧化氢直接反应法　用27%～35%的过氧化氢溶液与一水氢氧化锂作用，过氧化氢溶液用量一般不超过理论量的20%。其反应式如下：

$$LiOH \cdot H_2O+H_2O_2 \longrightarrow LiOOH \cdot H_2O+H_2O$$

$$2LiOOH \longrightarrow Li_2O_2+H_2O_2$$

在加压下将形成的沉淀过滤，或用离心分离法析出，再经真空干燥处理，得到含96%的过氧化锂。亦可直接将反应溶

液用喷雾干燥法制得过氧化锂。

【安全性】 本品粉尘刺激眼睛、皮肤和呼吸系统。水溶液为碱性腐蚀液体，强氧化剂。与可燃物混合，受轻微碰撞或摩擦可引起燃烧，遇水发热，能引起有机物燃烧，与还原剂能发生强烈反应。

健康危害：本品粉尘刺激眼睛、皮肤和呼吸系统。

环境危害：对环境可能有危害，对水体可造成污染。

燃爆危险：本品助燃，有毒，具刺激性。

急救措施：皮肤接触时立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗，就医。眼睛接触时立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少15min，就医。吸入时迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅；如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。食入时用水漱口，给饮牛奶或蛋清，就医。

防护措施：操作注意事项：密闭操作，局部排风；防止粉尘释放到车间空气中；操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴自吸过滤式防尘口罩，戴化学安全防护眼镜，穿胶布防毒衣，戴橡胶手套。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。远离易燃、可燃物。避免产生粉尘，避免与还原剂、酸类、活性金属粉末接触。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物。

贮存注意事项：贮存于阴凉、干燥、通风良好的库房。远离火种、热源，防止阳光直射。相对湿度保持在75%以下，包装密封。应与还原剂、酸类、活性金属粉末、易（可）燃物、食用化学品等分开存放，切忌混贮。贮区应备有合适的材料收容泄漏物。

危规编号：GB 5.1 类 51004。UN No.1472；IMDG CODE 5157 页，5.1 类。

【生产单位】 上海亿科精细化学品有限责任公司，迪纳化工（安徽工厂销售中心）。

Ar004 过氧化钠

【英文名】 sodium peroxide

【结构式】 Na_2O_2

【分子量】 78

【CAS】 1313-60-6

【物化性质】 淡黄色粉末，商品常制成圆形小颗粒。熔点约为675℃，相对密度为2.805，有二水合物和八水合物，密度2.805g/cm^3。它易吸潮，遇水或稀酸时会发生反应，生成O_2。具有强氧化性，能强烈地氧化一些金属，与其他易燃品放置在一起发生燃烧。在熔融状态几乎不分解，但遇到棉花、炭粉或铝粉时可发生爆炸，使用时要小心。易吸潮，与水或稀酸作用时，生成过氧化氢，并猛烈放热。生成的过氧化氢不稳定。立即分解放出氧气，故加热过氧化钠水溶液则放出氧气。过氧化钠与强氧化剂（如高锰酸钾）作用也显示还原性。它不溶于乙醇，可与空气中的二氧化碳作用而放出氧气。

【质量标准】 参考标准

工业级过氧化钠（粉状和粒状）：过氧化钠含量≥87.5%，铁≤0.005%，重金属≤0.005%。

试剂级过氧化钠（分析级）：过氧化钠含量≥92.5%，氯化物≤0.002%，硫酸盐≤0.001%，磷酸盐≤0.0005%，铁（Fe）≤0.005%，重金属（以Pb计）≤0.002%。

指标名称	指　标
有效氧/%　　≥	18
含铁/%　　≤	0.01
表观密度/(g/cm^3)	0.3

【用途】 可作供氧剂，强氧化剂，具有漂白性。是增氧剂，常用在缺乏空气的场合，如矿井、坑道、潜水、宇宙飞船等方面，可将人们呼出的二氧化碳再转变为氧气，以供人们呼吸之用。过氧化钠在工业上常用作漂白剂、杀菌剂、消毒剂、去臭

剂、氧化剂等。通常可通过在不含二氧化碳的干燥空气流中把金属钠加热到 300℃来制取过氧化钠。由于它易潮解，易和二氧化碳反应，必须保存在密封的器皿中。

【制法】 金属钠氧化法：工业上制备过氧化钠的方法是将钠加热至熔化，通入一定量的除去二氧化碳的干燥空气，维持温度在 453～473K 之间，钠即被氧化为氧化钠，进而增加空气流量并迅速提高温度至 573～673K，即可制得过氧化钠，生成的过氧化钠经自由沉降逐渐冷却至 100℃以下，得到过氧化钠成品。其反应式如下：

$$4Na+O_2 \longrightarrow 2Na_2O$$

$$2Na_2O+O_2 \longrightarrow 2Na_2O_2$$

过氧化钠也可以通过过氧化氢与氢氧化钠的反应制取，化学方程式为：

$$2NaOH+H_2O_2 = Na_2O_2+2H_2O$$

【安全性】 它具有强氧化性，在熔融状态时遇到棉花、炭粉、铝粉等还原性物质会发生爆炸。因此存放时应注意安全，不能与易燃物接触。

毒性及防护：对皮肤和黏膜有强侵蚀性，溅入眼睛中会引起视力下降，甚至失明。如不慎溅入眼睛，应立刻用水冲洗 15min，然后送入医院治疗。如果溅到皮肤上，也应迅速用大量水冲洗，并用硼酸水中和。工作人员操作时应穿戴劳保防护用具。

包装及贮运：用小铁桶包装，桶口密封，每 10 桶为一箱（白铁皮制），每箱净重 50kg。箱内放吸潮剂，箱外套坚固干燥的木箱，外捆铁腰或铁丝。包装上应有明显的“氧化剂”和“腐蚀性物品”标志。

属一级无机氧化剂。应贮存于阴凉、通风、干燥的库房中，最好是专库专贮。容器必须密封，避免日光直射，特别注意防潮、防水。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。保持库存物品先进先出，发现包装锈烂，应及时处理，平时要加强检查。危规编号：GB 5.1 类 51002。UN No.1504；IMDG CODE 5184 页，5.1 类。失火时，只能用干砂、细石子掩盖，绝对不可用水！

【生产单位】 汕头西陇化工有限公司，上海实验试剂有限公司，杭州常青化工有限公司，濮阳惠成化工有限公司，上海汶水化工有限公司，天津运盛化学品有限公司。

Ar005 过碳酸钠

【别名】 过氧碳酸钠；过碳；过二碳酸钠；固氧；固体双氧水

【英文名】 sodium percarbonate；SPC

【结构式】 $2Na_2CO_3 \cdot 3H_2O_2$

【分子量】 314.58

【CAS】 15630-89-4

【物化性质】 过碳酸钠是过氧碳酸钠的简称，外观为白色结晶或结晶粉末，松散，流动性好的颗粒状结晶体或晶体粉末，无臭，易溶于水，迅速释放氧气，水溶液呈碱性，有吸湿性，干燥时稳定。在空气中慢慢分解生成二氧化碳和氧气。在水中迅速分解为碳酸氢钠和氧气。在稀硫酸中分解，生成定量的过氧化氢。可由碳酸钠和过氧化氢反应制得。用作氧化剂。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2764—2013

项　目	指　标		
	非包衣型	包衣型	低氧型
活性氧(O)质量分数/%　≥	13.5	13.0	10.0
铁(Fe)质量分数/%　≤	0.0015	0.0015	0.0015
水分(60℃)质量分数/%　≤	1.0	1.0	1.0
堆积密度/(g/mL)	0.40～1.20	0.40～1.20	0.40～1.20
pH(30g/L 水溶液)	10.0～11.0	10.0～11.0	10.0～11.0

续表

项　　目		指　　标		
		非包衣型	包衣型	低氧型
热稳定性(90℃,24h)/%	≥	70	70	70
湿稳定性/%	≥	—	50	—
总磷(以 P_2O_5 计)质量分数/%	≤	0.8	0.8	0.8

【用途】 过碳酸钠作为一种新型的洗涤助剂、纺织和造纸漂白亮剂、医疗制氧剂、消毒杀菌剂、水果保鲜剂、金属清洗剂、口腔清洁剂、染料显色剂等广泛应用于日化工业、洗涤用品工业、食品工业、纺织工业、医疗卫生等。过碳酸钠比工业过硼酸钠具有更理想的漂白效果，而且成本相对较低，更环保，所以使用日益增多。

【制法】

(1) 干法　将无水碳酸钠置于流动床上，在热空气吹沸下向碳酸钠上连续喷洒过氧化氢溶液，一步得到过碳酸钠。该法流程短，产率高。缺点是设备复杂，技术条件控制严格，能耗高，产品稳定性差，活性氧含量低（6%～7.5%）。目前只有德国采用。

(2) 湿法　在过氧化氢水溶液中加入少量的复合稳定剂，然后分批加入无水碳酸钠或饱和碳酸钠溶液，在一定的温度条件下（5℃以下）进行反应，然后经过率、干燥、分离而得到产品。该法生产的产品稳定性好，技术成熟，在工业上得到广泛应用。目前国内已经开发出自动加料，母液循环利用，并采用清洁生产技术和DCS自动控制技术，安全性、环保性更强，生产规模可达3万吨/a。该生产方法主要包括喷雾法、结晶法和醇吸法三种工艺。其中近些年日本发明的喷雾法制过碳酸钠，把过氧化氢和碳酸钠分喷到反应器中，从而使产品收率提高到94%以上，但此法技术条件不易掌握，难度较大，所以目前尚处于摸索中。其反应式如下：

$$2Na_2CO_3+3H_2O_2 \longrightarrow 2Na_2CO_3 \cdot 3H_2O_2+\Delta H$$

【安全性】 过碳酸钠按照国标定为第5.1类氧化剂，粉尘刺激黏膜，应避免长时间吸入。接触皮肤后，应用清水冲洗。大量使用或接触过碳酸钠时应戴手套，戴防尘眼镜或面具，以保护眼睛。

包装及贮运：用内衬两层聚乙烯塑料袋的塑料编织袋或木桶包装，通常净重25kg或50kg。应贮存于阴凉、干燥的库房中，库内温度应低于40℃，相对湿度低于75%。应远离火种、热源和直接阳光照射。应与易燃或可燃物、还原剂、硫、磷等分开存放，切记混贮混运。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损，注意保持容器压力排泄正常，雨天不宜运输或有防雨淋措施。

过碳酸钠属氧化剂。危规编号：GB 5.1类51503。UN No.2467；IMDG CODE 5182页，5.1类（本规则不适用于过氧化水合碳酸钠）；CAS号15630-89-4。失火时，可用砂土、各种灭火器扑救或用大量水喷洒。

【生产单位】 无锡市万马化工有限公司，武汉醒狮化学品有限公司，上虞市洁华化工有限公司，莱州市莱玉化工有限公司，吉林市双鸥化工有限公司，河南宏业化工有限公司，高施贝尔化工，青岛碱业股份有限公司，浙江金科过氧化物股份有限公司，宏业生化股份有限公司。

Ar006 超氧化钾

【英文名】 potassium superoxide

【结构式】 KO_2

【分子量】 71.096

【物化性质】 超氧化钾是碳化钙型粉末状晶体，橙黄色结晶，约在145℃分解，有吸湿性、顺磁性。熔点380℃（150℃时分解），密度 $2.14\times10^3kg/m^3$。在常温

时，KO_2的晶体呈四面体结构。在高温时，KO_2的晶体呈立方体结构，即跟NaCl的结构相似，不过Cl^-的位置由O_2^-代替，就是O_2^-中连接2个氧原子的键的中心点，位于Cl^-的位置上。在450～500℃充分熔融时为金黄色固体粉末。强氧化剂，吸湿性极强，与水激烈反应分解生成氧及碱性过氧化物溶液。与潮湿二氧化碳气反应生成碳酸钾和氧。比过氧化物有更强的吸附氧原子的能力。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指　标
活性氧(O)含量/%	≥	31
表观密度/(g/cm^3)	<	0.6

【用途】 可作为氧气源用于呼吸面罩，用于高空飞行或其他需要人工氧源的地方，如可作为飞船、潜艇等密闭系统的氧气再生剂。

【制法】 超氧化钾的制备是在不锈钢置换釜内，以金属钠置换氯化钾得到纯度大于97%的金属钾，熔融的钾压送到特制的喷枪与经过净化的空气混合后喷入氧化炉，在230～250℃下燃烧生成。

$$K+O_2 \longrightarrow KO_2$$

氧化法：金属钾与除去油、水和二氧化碳的压缩空气进行氧化反应，制得超氧化钾。其反应式如下：

$$4K+O_2 \longrightarrow 2K_2O$$

$$2K_2O+3O_2 \longrightarrow 2K_2O_4$$

【安全性】 超氧化钾是一种一级氧化剂，遇易燃物、有机物、还原剂等会引起燃烧甚至爆炸，遇水或水蒸气产生大量热量，同样可能发生爆炸！

用装有防爆装置的铁桶包装，桶口要密封，每桶净重50kg。包装上应有明显的"易爆物"标志。包装应完整密封、严格防潮。应贮存于低温干燥、通风的库房中。与燃料、有机物分开存放。运输时应防止雨淋和日光曝晒。装卸时要轻搬轻放，防止撞击和包装破损。

氧化剂，危规编号：GB 5.1类51011。UN No.2466；IMDG CODE 5176页，5.1类。属一类爆炸物品，失火时，可用砂土和各种灭火器扑救，但不可用水。

【生产单位】 斯百全化学（上海）有限公司，淄博广烨化工有限责任公司。

Ar007 过氧化钙

【别名】 二氧化钙

【英文名】 calcium peroxide

【结构式】 CaO_2

【分子量】 72.08

【物化性质】 白色或微黄色粉末，无臭无味，极微溶于水，溶于酸，相对密度2.92(25℃)。过氧化钙一种非常稳定的过氧化物，常温下干燥品不易分解，在275℃时开始分解，在湿空气或水中可长期缓慢释放出氧气，此外它还有较强的漂白、杀菌、消毒作用，对环境无危害。由于具有稳定性好、无毒，且长期放氧的特点，过氧化钙成为一种应用广泛的多功能的无机过氧化物。极微溶于水，不溶于乙醇、乙醚、丙酮。

【质量标准】

1. 化工行业标准《工业过氧化钙》HG/T 4505—2013

项　目		75型	50型
过氧化钙(CaO_2)/%	≥	75.0	50.0
水分/%	≤	2.0	2.0
pH(10g/L)		11.5～13.5	
重金属(以Pb计)/%	≥	0.002	—
铁(Fe)/%	≥	0.07	—

说明：工业过氧化钙极据含量不同分为75型、50型。

2. 国家标准《食品添加剂　过氧化钙》GB 25573—2010

项　目		指　标
活性氧(O)/%	≥	16.6
水分/%	≤	2.0
pH(10g/L水溶液)		11～13
重金属(以Pb计)/(mg/kg)	≤	10
铅(Pb)/(mg/kg)	≤	4
砷(As)/(mg/kg)	≤	3
氟化物(以F计)/(mg/kg)	≤	50

【用途】 由于稳定性好、无毒，且具有长期放氧的特点，过氧化钙成为一种应用广泛的多功能的无机过氧化物。在环境保护方面，过氧化钙可以用于改善地表水质、处理重金属粒子废水和治理赤潮等；在农业种植方面，过氧化钙用于植物根系供氧、生化改良土壤土质、水稻种子包衣、作氧肥及生物复合肥等；在水产养殖方面可以作为释氧剂增加水中溶解氧、调节水的 pH 值、改良水质、消灭病原菌；在食品加工方面过氧化钙可用于食品、果蔬保鲜、饲料添加剂、面团改良、食品消毒等；在冶金工业上可以用于脱磷和贵重金属提取；在橡胶与化学工业中作天然橡胶硫化剂、聚硫橡胶硬化剂/封闭剂、不饱和聚酯树脂引发剂等。过氧化钙还可用于日化行业作牙齿清洁剂、家用消毒除臭剂等。此外，过氧化钙也可用于应急供氧、香烟制造和涂料工业等。

【制法】 过氧化钙生产方法主要有氯化钙法和氢氧化钙法。前者生产设备较简单，但工艺过程复杂，能耗大，生产成本高且产品纯度难以保证，现在一般已不采用。后者是在加入适当的稳定剂条件下，将双氧水加入石灰乳中反应生成产物。此法工艺简单，产品纯度高。主要化学反应式如下：

$$H_2O_2+Ca(OH)_2 \longrightarrow CaO_2+2H_2O$$

【安全性】

危险特性：与有机物、还原剂、易燃物如硫、磷等相混合有引起燃烧爆炸的危险，遇潮气也能逐渐分解。

包装及贮运：用袋装，每袋 25kg。贮存于阴凉、干燥的库房中。包装必须密封、防潮。运输时应防雨淋和日晒。要避免污染，勿与酸类接触。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

属氧化剂，危规编号：GB 5.1 类 51006。UN No. 1457；IMDG CODE 5140 页，5.1 类。失火时，可用干砂、干土、干石粉和各种灭火器，禁止用水扑救。

【生产单位】 浙江省上虞市洁华化工有限公司，江西省永泰化工有限公司，浙江金科化工股份有限公司，宜兴市凯利达化学有限公司，郑州惠泽生化科技有限公司，长葛市久兴净化剂厂。

Ar008 过氧化锶

【别名】 二氧化锶

【英文名】 strontium peroxide

【结构式】 SrO_2

【分子量】 119.63

【CAS】 1314-18-7

【物化性质】 白色粉末，无臭、无味。相对密度 4.56，熔点 594℃。微溶于水，溶于醇及氯化铵的水溶液，不溶于丙酮，在沸水中分解。在 100℃ 失水，在 410～450℃下加热会解离成锶和氧，遇酸类能生成过氧化氢。

【质量标准】 参考标准

指标名称		B 类	C 类	指标名称		B 类	C 类
有效氧/%	≥	12.3	12.3	钠/%	≤	0.1	0.05
水分/%	≤	—	0.1	铁/%	≤	0.09	0.03
吸水性/%	≤	—	0.25	铝/%	≤	0.1	0.05
表观密度/(g/mL)	≥	1.30-2.00	0.85	硝酸盐[$Sr(NO_3)_2$]/%	≤	0.1	0.05
钡/%	≤	1.3	0.45	氯化物($SrCl_2$)/%	≤	0.1	0.10
钙/%	≤	0.3	0.15	除 SrO 外的其他杂质总量/%	≤	—	—
镁/%	≤	0.05	0.0				

【用途】 过氧化锶可作为曳光弹、炮弹和焰火的引火剂，氧化物阴极材料。亦用于漂白、制药行业中。还可作为内燃机中沉积阻化剂。可用于测定血浆与尿中的血红

蛋白。利用过氧化锶在氮气中分解成氧化物的性能，可作为制备金属锶的原料。

【制法】

（1）脱水法　首先由用锶盐与过氧化氢或过氧化钠作用得到八水盐，八水过氧化锶在 10^5 Pa 和 110～120℃时进行干燥可转化成过氧化锶。

$$SrO_2 \cdot 8H_2O \xrightarrow{\triangle} SrO_2 + 8H_2O$$

用脱水法能够制得含 95% SrO_2 的产物。

（2）直接合成法　金属锶或氧化锶于 400～500℃和氧压 15×10^6 Pa 下进行加热反应制得过氧化锶。其反应式如下：

$$SrO + 1/2O_2 \longrightarrow SrO_2$$

含有过氧化氢的浆液与氧化锶或氢氧化锶相互作用，制得过氧化锶。其反应式如下：

$$Sr(OH)_2 + H_2O_2 \longrightarrow SrO_2 + 2H_2O$$

用高纯硝酸锶、氨水和过氧化氢相互作用，可制取 99%纯度的过氧化锶。也可以在－30℃时硝酸锶与过氧化钾（或过氧化钠）在液氨内反应制得过氧化锶。

【安全性】

健康危害：本品粉尘对眼睛、皮肤和呼吸系统有刺激作用，水溶液为碱性腐蚀液体。燃爆危险：本品助燃，具腐蚀性、刺激性，可致人体灼伤。

危险特性：强氧化剂，特别是在少量水的润湿下，与可燃物的混合物在轻微的碰撞或摩擦下会燃烧。水溶液为碱性腐蚀液体。

急救措施：皮肤接触：立即脱去被污染的衣着，用大量流动清水冲洗至少 15min，就医。眼睛接触：立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15min，就医。吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。食入：误服者用水漱口，给饮牛奶或蛋清，就医。

防护措施：呼吸系统防护：可能接触其粉尘时，建议佩戴自吸过滤式防尘口罩。眼睛防护：戴化学安全防护眼镜。身体防护：穿聚乙烯防毒服。手防护：戴氯丁橡胶手套。其他：工作现场禁止吸烟、进食、饮水，注意个人清洁卫生。

应急处理处置方法：泄漏应急处理：隔离泄漏污染区，限制出入，建议应急处理人员戴自吸过滤式防尘口罩，穿一般作业工作服，不要直接接触泄漏物，勿使泄漏物与有机物、还原剂、易燃物接触。小量泄漏：避免扬尘，小心扫起，收集于密闭容器中做好标记，等待处理。大量泄漏：用塑料布、帆布覆盖，减少飞散，然后收集回收或运至废物处理场所处置。

贮存及包装：贮存于阴凉、干燥、通风良好的库房，远离火种、热源。包装要求密封，不可与空气接触。应与易（可）燃物等分开存放，切忌混贮。贮区应备有合适的材料收容泄漏物；包装：用螺纹口玻璃瓶、塑料瓶或塑料袋外套普通木箱包装。

运输注意事项：运输时单独装运，运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。严禁与酸类、易燃物、有机物、还原剂、自燃物品、遇湿易燃物品等并车混运。运输车辆装卸前后，均应彻底清扫、洗净，严禁混入有机物、易燃物等杂质。危险货物编号 51007，UN 编号 1509，包装类别 052。

灭火方法：灭火剂：干粉、砂土。严禁用水、泡沫、二氧化碳扑救。

【生产单位】　重庆华南无机盐工业有限公司，重庆华琦精细化工有限公司，重庆新申锶盐有限公司，阿法埃莎（中国）化学有限公司，百灵威科技有限公司。

As 氢氧化物

氢氧化物产品品种虽然不少，但许多是作为生产氧化物的中间产品，最基本化工原料是氢氧化钠，还有氢氧化钾、氢氧化铝、氢氧化钙、氢氧化钴、一水氢氧化锂等十个品种归于此系列进行介绍。这些品种中产量大、生产厂家较多、用途广的主要有氢氧化钠、氢氧化铝和氢氧化钾。

中国烧碱工业发展较快，目前为世界上最大的烧碱生产国，2012 年，中国烧碱产能为 3736 万吨（同比增长 9.5%），产量为 2698.59 万吨（同比增长 9.42%），产能利用率 72.2%。2013 年产能新增产量为 2854 万吨；中国烧碱企业主要集中在华北、华东和西北地区。2012 年烧碱产量排名前五的省份分别是山东、江苏、河南、内蒙古和浙江，烧碱产量占比分别为 21.69%、15.36%、6.24%、6.06%和 5.20%。我国氯碱行业的集约化经营度还比较低，如美国烧碱总产能约 1400 万吨，仅有 13 家生产商，装置 31 套。世界十大氯气生产商的总产能为 2049 万吨，约占全球总产能的 40%。据协会技术经济网 2007 年统计数据显示，2007 年我国烧碱产量大于 30 万吨/a 的企业有 6 家，20 万～30 万吨/a 的企业有 14 家，10 万～20 万吨/a 的企业有 43 家，低于 10 万吨/a 的企业有 100 多家，相比之下，我国氯碱企业的集中度是非常低的，在烧碱生产中，用离子交换膜法生产烧碱显示出其优越性，从 1988 年开始，我国已引进离子交换膜法电解装置进行生产烧碱，目前国内已能试制离子交换膜法电解装置，为今后烧碱生产发展提供有利条件。

工业上氢氧化铝是氧化铝和金属铝生产的中间产品。氧化铝生产，世界上大约有 94%以上是采用拜耳法加工铝土矿，仅有部分采用烧结法或联合法生产。工业上、医药上对直接应用的氢氧化铝产品的纯度、性能均有一定要求。纯度较高的产品通常以铝灰、铝粉为原料，先制成硫酸铝溶液，再经碱性液中和转化获得；或由回收的三氯化铝与碱性液中和制取。目前约有十多家工厂生产。

目前国内氢氧化钾生产厂家约有十多家，2005 年，我国总生产能力及产量达 31 万吨。生产方法有离子膜电解法、水银法和隔膜法电解。水银法

在产品质量、电流密度、生产能力、工艺流程等方面均优于隔膜法电解，但因汞污染，其发展受到限制。隔膜法没有汞污染，但产品纯度不如水银法高，针对这一缺点，2004 年国内引进离子膜电解法，为今后氢氧化钾的生产发展提供了有利条件。

氢氧化钙作为工业产品，用于医药及橡胶、石油工业添加剂，其产量不大。氢氧化钴主要用作玻璃、搪瓷着色剂。新华石灰用作金属表面除垢剂，因应用范围有限，目前生产厂家不多。

随着生产和产品应用的发展，作为中间产品的氢氧化物，如氢氧化铋、氢氧化铜、氢氧化铁、氢氧化镍、氢氧化锂、氢氧化铬、氢氧化锶等会逐步发展为直接产品。

As001 一水氢氧化锂

【英文名】 lithium hydroxide monohydrate

【结构式】 $LiOH \cdot H_2O$

【分子量】 41.96

【物化性质】 白色单斜结晶，相对密度 1.51。流动性良好，具有碱性，在空气中吸收二氧化碳，常温下溶于水，微溶于酸、醇，不溶于醚。有腐蚀性，无毒。

【质量标准】 国家标准 GB/T 8766—2002

牌号	化学成分/%									
	LiOH 含量≥	杂质含量≤								
		Na	K	Fe_2O_3	CaO	CO_2	SO_4^{-}	Cl^{-}	盐酸不溶物	水不溶物
$LiOH \cdot H_2O$-T1	56.5	0.002	0.001	0.001	0.020	0.35	0.010	0.002	0.002	0.003
$LiOH \cdot H_2O$-T2	56.5	0.008	0.002	0.001	0.030	0.35	0.015	0.002	0.005	0.01
$LiOH \cdot H_2O$-1	56.5	0.15		0.002	0.035	0.50	0.020	0.002	0.01	0.02
$LiOH \cdot H_2O$-2	56.5	0.20		0.003	0.035	0.50	0.030	0.005	0.01	0.03

注：用于碱性蓄电池时，铝含量不大于 0.001%，铅含量不大于 0.0002%。

【用途】 广泛用于化工、冶金、石油、玻璃、陶瓷等行业，也用作制备碱性蓄电池、锂基润滑脂及其他锂化物原料。

【制法】

（1）石灰烧结法　锂辉石精矿（一般含氧化锂 6%）与石灰石混合磨细，在 1150～1250℃ 下烧结生成铝酸锂和硅酸钙，经湿磨粉碎，用洗液浸出氢氧化锂，经沉降过滤，浸出液经蒸发浓缩，结晶生成一水氢氧化锂成品，其反应式如下：

$$Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 + 8CaO \longrightarrow Li_2O \cdot Al_2O_3 + 4[(2CaO \cdot SiO_2)]$$

$$Li_2O \cdot Al_2O_3 + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2LiOH + CaO \cdot Al_2O_3$$

（2）复分解法　硫酸锂溶液与烧碱进行复分解反应，形成硫酸钠与氢氧化锂溶液的混合物。利用硫酸钠与一水氢氧化锂在低温下溶解度的显著差异将两者分离。包括以下步骤：在锂精矿经焙烧、酸化、制浆、浸出和初步浓缩的硫酸锂溶液中，加入氢氧化钠得到硫酸钠与氢氧化锂溶液混合物；将混合溶液降温冷冻到 5～−10℃，经结晶后分离出硫酸钠；将由冷冻分离来的清液加热、蒸发浓缩、结晶并分离，得一水氢氧化锂粗品；一水氢氧化

锂粗品用水溶解后，加入氢氧化钡，形成不溶的硫酸钡，过滤，滤出液经蒸发浓缩、结晶、分离，得湿一水氢氧化锂，干燥得一水氢氧化锂。

【安全性】 本产品为强碱性，勿与皮肤、眼睛、衣物接触。

产品装入聚乙烯塑料袋内，用布带扎紧，然后再折叠扎一次，然后装入衬有3层牛皮纸袋的塑料编织袋内。每袋净重25kg。产品为强碱性物质，应防止包装袋的破损，并注意防潮。贮存在干燥、无酸腐蚀气氛处。贮存期不宜超过半年。危规编号：GB 8.2 类 82003。UN No.2680；IMDG CODE 8190 页，8.2 类。

【生产单位】 新疆锂盐厂，中信国安锂业科技有限责任公司，上海中锂实业有限公司，江西江锂科技有限公司，四川兴晟锂业有限责任公司。

As002 氢氧化钠

【别名】 苛性钠；烧碱；火碱

【英文名】 sodium hydroxide；caustic soda

【结构式】 NaOH

【分子量】 40.00

【物化性质】 纯净的氢氧化钠是白色的固体，极易溶解于水，它的水溶液有涩味和滑腻感。氢氧化钠暴露在空气中时容易吸收水分，表面潮湿而逐步溶解，这种现象叫作潮解。其相对密度2.130，熔点318.4℃，沸点1390℃。市售烧碱有固态和液态两种：纯固体烧碱呈白色，有块状、片状、棒状、粒状，质脆；纯液体烧碱为无色透明液体。固体烧碱有很强的吸湿性，易溶于水，溶解时放热，水溶液呈碱性，有滑腻感；溶于乙醇和甘油；不溶于丙酮、乙醚。腐蚀性极强，对纤维、皮肤、玻璃、陶瓷等有腐蚀作用。与金属铝和锌、非金属硼和硅等反应放出氢；与氯、溴、碘等卤素发生歧化反应；与酸类起中和作用而生成盐和水。

【质量标准】

1. 国家标准《工业氢氧化钠》GB 209—2006

表1 工业固体氢氧化钠质量指标

指标名称（质量分数）		型号规格								
		IS-IT						IS-CT		
		Ⅰ			Ⅱ			Ⅰ		
		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
氢氧化钠（NaOH）/%	≥	99.0	98.5	98.0	72.0±2.0			97.0		94.0
碳酸钠（Na_2CO_3）/%	≤	0.5	0.8	1.0	0.3	0.5	0.8	1.5	1.7	2.5
氯化钠（NaCl）/%	≤	0.03	0.05	0.08	0.02	0.05	0.08	1.1	1.2	3.5
三氧化二铁（Fe_2O_3）/%	≤	0.005	0.008	0.01	0.005	0.008	0.01	0.008	0.01	0.01

指标名称（质量分数）		型号规格					
		IS-DT					
		Ⅰ			Ⅱ		
		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
氢氧化钠（NaOH）/%	≥	96.0		95.0	72.0±2.0		
碳酸钠（Na_2CO_3）/%	≤	1.2	1.3	1.6	0.4	0.8	1.0
氯化钠（NaCl）/%	≤	2.5	2.7	3.0	2.0	2.5	2.8
三氧化二铁（Fe_2O_3）/%	≤	0.008	0.01	0.02	0.008	0.01	0.02

表 2　工业液体氢氧化钠质量指标

指标名称（质量分数）		型号规格								
		IL-IT						IL-CT		
		Ⅰ			Ⅱ			Ⅰ		
		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
氢氧化钠(NaOH)/%	≥	45.0			30.0			45.0		42.0
碳酸钠(Na_2CO_3)/%	≤	0.2	0.4	0.6	0.1	0.2	0.4	1.0	1.2	1.6
氯化钠(NaCl)/%	≤	0.02	0.03	0.05	0.005	0.008	0.01	0.7	0.8	1.0
三氧化二铁(Fe_2O_3)/%	≤	0.002	0.003	0.005	0.0006	0.0008	0.001	0.01	0.02	0.03

指标名称（质量分数）		型号规格				
		IL-DT				
		Ⅰ			Ⅱ	
		优等品	一等品	合格品	一等品	合格品
氢氧化钠(NaOH)/%	≥	42.0			30.0	
碳酸钠(Na_2CO_3)/%	≤	0.3	0.4	0.6	0.3	0.5
氯化钠(NaCl)/%	≤	1.6	1.8	2.0	4.6	5.0
三氧化二铁(Fe_2O_3)/%	≤	0.003	0.006	0.01	0.005	0.008

注：CT 通常指苛化法生产的氢氧化钠，但不限于此工艺；DT 通常指隔膜法生产的氢氧化钠，但不限于此工艺；IT 通常指离子交换膜法生产的氢氧化钠，但不限于此工艺；IL 液体氢氧化钠；IS 固体氢氧化钠。

外观：固体（包括片状、粒状、块状等）氢氧化钠主题为白色，有光泽，允许微带颜色。液体氢氧化钠为稠状液体。

2. 国家标准《食品添加剂固体氢氧化钠》GB 5175—2008

指标名称		指标
总碱量(以 NaOH 计)(质量分数)/%		98.0～100.5
碳酸钠(Na_2CO_3)含量(质量分数)/%	≤	2.0
砷(As)含量(质量分数)/%	≤	0.0003
重金属(以 Pb 计)含量(质量分数)/%	≤	0.0005
不溶物及有机杂质		通过试验
汞(Hg)含量(质量分数)/%	≤	0.00001
总碱量(以 NaOH 计)(按氢氧化钠的标示值折算)(质量分数)/%		98.0～103.5
碳酸钠(Na_2CO_3)含量(按氢氧化钠的标示值折算)(质量分数)/%	≤	2.0
砷(As)含量(以干基计)(质量分数)/%	≤	0.0003
重金属(以 Pb 计)含量(以干基计)(质量分数)/%	≤	0.0005
汞(Hg)含量(以干基计)(质量分数)/%	≤	0.00001

【用途】 用于造纸、纤维素浆粕的生产；用于肥皂、合成洗涤剂、合成脂肪酸的生产以及动植物油脂的精炼。纺织印染工业用作棉布退浆剂、煮炼剂和丝光剂。化学工业用于生产硼砂、氰化钠、甲酸、草酸、苯酚等。石油工业用于精炼石油制品，并用于油田钻井泥浆中。还用于生产氧化铝、金属锌和金属铜的表面处理以及玻璃、搪瓷、制革、医药、染料和农药方面。食品级产品在食品工业上用作酸中和

剂，可作柑橘、桃子等的去皮剂，以及脱色剂、脱臭剂。

【制法】 工业上生产烧碱的方法有苛化法和电解法两种。苛化法按原料不同分为纯碱苛化法和天然碱苛化法；电解法可分为隔膜电解法和离子交换膜法。电解法是当前的主流。

(1) 隔膜电解法 将原盐化盐后加入纯碱、烧碱、氯化钡精制剂除去钙、镁、硫酸根离子等杂质，再于澄清槽中加入聚丙烯酸钠或苛化麸皮以加速沉淀，砂滤后加入盐酸中和，盐水经预热后送去电解，电解液经预热、蒸发、分盐、冷却，制得液体烧碱，进一步熬浓即得固体烧碱成品。盐泥洗水用于化盐。其反应式如下：

$$2NaCl+2H_2O \xrightarrow{电解} 2NaOH+Cl_2\uparrow+H_2\uparrow$$

(2) 离子交换膜法 将原盐化盐后按传统的办法进行盐水精制，把一次精盐水经微孔烧结碳素管式过滤器进行过滤后，再经螯合离子交换树脂塔进行二次精制，使盐水中的钙、镁含量降到0.002%以下，将二次精制盐水电解，于阳极室生成氯气，阳极室盐水中的 Na^+ 通过离子膜进入阴极室与阴极室的 OH^- 生成氢氧化钠，H^+ 直接在阴极上放电生成氢气。电解过程中向阳极室加入适量的高纯度盐酸以中和返迁的 OH^-，阴极室中应加入所需纯水。在阴极室生成的高纯烧碱浓度为30%～32%（质量分数），可以直接作为液碱产品，也可以进一步熬浓，制得固体烧碱成品。其反应式如下：

$$2NaCl+2H_2O \longrightarrow 2NaOH+H_2\uparrow+Cl_2\uparrow$$

【安全性】

健康危害：具有极强的腐蚀性，其溶液或粉尘溅到皮肤上，尤其是溅到黏膜，可产生软痂，并能渗入深层组织，灼伤后留有瘢痕。溅入眼内，不仅损伤角膜，而且可使眼睛深部组织损伤。

急救措施：如不慎溅到皮肤上立即用清水冲洗10min；如溅入眼内，应立即用清水或生理盐水冲洗15min，然后再点入2%奴佛卡因，严重者速送医院治疗。

防护措施：操作人员工作时必须穿戴工作服、口罩、防护眼镜、橡皮手套、橡皮围裙、长筒胶靴等劳保用品。应涂以中性和疏水软膏于皮肤上。生产车间应通风良好。空气中烧碱粉尘最高容许浓度为 $0.5mg/m^3$。

包装方法：工业用固体烧碱应用铁桶或其他密闭容器包装，桶壁厚度0.5mm以上，耐压0.5Pa以上，桶盖必须密封牢固，每桶净重200kg，片碱25kg。包装上应有明显的“腐蚀性物品”标志。食用液体烧碱用槽车或贮槽装运时，使用两次后必须清洗干净。不允许使用装运过水银电解法制得的液体烧碱的槽车或贮槽、桶装运食用液体烧碱。允许使用符合食品包装标准要求的塑料桶、贮槽装运食用液体烧碱或片碱。包装上应有明显的“食品添加剂”字样及“腐蚀性物品”标志。

贮存运输：属一级无机碱性腐蚀物品，危规编号：GB 8.2类82001。UN No.1832；IMDG CODE 8225页，8226页，8.2类。应贮存在通风、干燥的库房或货棚内。包装容器要完整、密封。不得与易燃物和酸类共贮混运。运输过程中要注意防潮、防雨。如发现包装容器发生锈蚀、破裂、孔洞、溶化淌水等现象，应立即更换包装或及早发货使用，容器破损可用锡焊修补。

消防措施：失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救，但消防人员应注意水中溶入烧碱后的腐蚀性。

【生产单位】 天津大沽化工股份有限公司，太原化学工业集团有限公司，天津渤天化工有限责任公司，新疆中泰化学股份有限公司，中石化齐鲁股份有限公司氯碱厂。

As003 氢氧化钾

【别名】 苛性钾；钾灰

【英文名】 potassium hydroxide；potash，caustic

【结构式】 KOH

【分子量】 56.11

【物化性质】 白色斜方结晶，工业品为白色或淡灰色的块状或棒状。相对密度2.044，熔点360.4，沸点1320～1324℃。易溶于水，水溶液呈强碱性，溶解时放出大量的热；也溶于乙醇，不容于醚。属强碱，腐蚀性强，吸水性极强。吸收CO_2逐渐变为K_2CO_3，其性质与烧碱相似，是基础化工原料之一。

【质量标准】

1. 国家标准 GB/T 1919—2014

指标名称		指 标					
		固 体				液 体	
		Ⅰ类		Ⅱ类		一等品	合格品
		优等品	一等品	一等品	合格品		
氢氧化钾(KOH)质量分数/%	≥	95.0	90.0	90.0	88.0	48.0	45.0
碳酸钾(K_2CO_3)质量分数/%	≤	1.0	1.4	2.5	3.0	1.2	1.5
氯化物(以 Cl 计)质量分数/%	≤	0.01	0.02	1.0	1.4	0.5	0.7
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.001	0.002	0.05	0.07	—	—
硫酸盐(以 SO_4 计)质量分数/%	≤	0.05	0.05	—	—	—	—
硝酸盐及亚硝酸盐(以 N 计)质量分数/%	≤	0.001	0.002	—	—	—	—
钠(Na)质量分数/%	≤	1.0	1.0	2.0	2.0	1.5	1.5
氯酸钾($KClO_3$)质量分数/%	≤	0.1	—	—	—	—	—

注：用户对硫酸盐和钠两项指标无要求时，可不控制。Ⅰ类为离子膜法，Ⅱ类为隔膜法。

2. 化工行业标准 HG/T 3688—2010

指标名称		指标(工业高品质)					
		Ⅰ型		Ⅱ型		Ⅲ型	
		优等品	一等品	优等品	一等品	优等品	一等品
一等品氢氧化钾(KOH)质量分数/%	≥	95.0	95.0	90.0	90.0	75.0	75.0
碳酸钾(K_2CO_3)质量分数/%	≤	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
氯化物(以 Cl 计)质量分数/%	≤	0.005	0.01	0.005	0.01	0.004	0.008
硫酸盐(以 SO_4 计)质量分数/%	≤	0.002	0.005	0.002	0.005	0.002	0.005
硝酸盐及亚硝酸盐(以 N 计)质量分数/%	≤	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
磷酸盐(以 PO_4 计)质量分数/%	≤	0.002	0.005	0.002	0.005	0.002	0.005
硅酸盐(以 SiO_3 计)质量分数/%	≤	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.0002	0.0005	0.0002	0.0005	0.0002	0.0005
钠(Na)质量分数/%	≤	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	0.8
铝(Al)质量分数/%	≤	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002
钙(Ca)质量分数/%	≤	0.002	0.005	0.002	0.005	0.002	0.005
镍(Ni)质量分数/%	≤	0.0005	0.001	0.0005	0.001	0.0002	0.0005
重金属(以 Pb 计)质量分数/%	≤	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002

【用途】 广泛应用于高锰酸钾、碳酸钾等钾盐和钾碱的生产，在医药工业中用于生产钾硼氢、安体舒通、沙肝醇、黄体酮、丙酸睾丸素等。在轻工业中用于生产钾肥皂、碱性电池、化妆品。在染料工业中用于生产还原染料，如还原蓝 RSN 等。在电化工业中用于电镀、雕刻等。在纺织工业中用作印染、漂白和丝光，并大量用作制造人造纤维，是聚酯纤维的主要原料。此外，还在合成橡胶、食品添加剂、发酵、纸张分量剂、冶金加热剂、皮革脱脂等方面应用。由于氯化钾价格较贵，因此氢氧化钾的用途也受到一定限制。该产品的用途有待进一步开发。

【制法】

(1) 隔膜电解法 原料氯化钾在化盐槽溶化成饱和溶液，加热至 90℃ 时分别加入碳酸钾、苛性钾、氯化钡除去钙、镁和硫酸根等杂质，经沉降除渣、盐酸中和、精制的含氯化钾 280～315g/L 的氯化钾溶液预热到 70～75℃ 后进行电解，得氢氧化钾、氯气和氢气。隔膜法所得氢氧化钾浓度为 10%～11%，需通过蒸发浓缩和冷却澄清，制得含 45%～50% 氢氧化钾的溶液；也可继续在熬碱锅中浓缩，经脱色，制得固体氢氧化钾，或经制片成片状氢氧化钾产品。其反应式如下：

$$2KCl+2H_2O\xrightarrow{\text{电解}}2KOH+Cl_2\uparrow+H_2\uparrow$$

(2) 离子膜法 用氯化钾为原料，从离子膜电解槽流出的淡盐水经过脱氯塔脱去氯气，进入盐水饱和槽制成饱和盐水，而后再加入氢氧化钾、碳酸钾等化学品，盐水进入澄清槽澄清，但是从澄清槽出来的一次精制盐水还有一些是悬浮物，对盐水精制的螯合树脂塔将产生不良影响，一般要求盐水中的悬浮物小于 1×10^{-6}，因此需要经过盐水过滤器过滤。而后经过二次精制，即盐水进入螯合树脂塔除去其中的钙、镁，就可以加到离子膜电解槽的阳极室；与此同时，纯水和液碱一同进到阴极室。通入直流电后，在阳极室产生氯气和流出淡盐水，经分离器分离，氯气输送到氯气总管，淡盐水一般含 KCl 200～220g/L，经脱氯气去饱和槽。在电解槽的阴极室产生氢气和 30%～32% 的液碱，同样也经过分离器，氢气输送到氢氧总管。30%～32% 的液碱可以作为商品出售，也可以送到蒸发装置蒸浓到 48% 的液碱，作商品出售，再浓缩即可制成片状、固体氢氧化钾产品。

【安全性】

健康危害：对组织有烧灼作用，可溶解蛋白，形成碱性变性蛋白。溶液或粉尘溅到皮肤上，尤其是溅到黏膜上，可产生软痂。溶液浓度越高，温度越高，作用越强。溅入眼内，不仅可损伤角膜，而且能使眼深部组织损伤。

防护措施：工作时应防止触及皮肤和眼睛，如不慎触及时，可用流水洗涤受损部位，然后湿敷 5% 的醋酸、酒石酸、盐酸或柠檬酸溶液；如溅入眼内，应用流水或生理盐水仔细缓慢洗涤 10～30min，然后点入 2% 的奴佛卡因或 0.5% 的地卡因溶液。操作时应穿由结实布制作的工作服，戴橡皮手套、袖套、围裙，穿胶鞋等劳保用品，手上宜涂敷中性和疏水软膏。最高容许浓度为 $0.5mg/m^3$。

包装方法：固体块状产品用铁桶包装，桶上应有明显的“腐蚀性物品”标志。固体产品每桶净重 50kg、100kg 或 150kg。液体产品用槽车装运，每槽车装 3.5t。固体片状氢氧化钾内包装采用聚乙烯塑料袋，中层用聚丙烯涂膜编织袋，外包装用聚丙烯塑料编织袋，每袋净重 40kg；固体片状产品亦可采用聚乙烯塑料袋内包装，外包装用全开口的铁桶，每桶净重 50kg 或 100kg。

贮存运输：属无机碱性腐蚀物品，危规编号：GB 8.2 类 82002。UN No.1813；

IMDG CODE 8214 页，8.2 类。宜贮放在通风、干燥的库房内，容器要密封。贮运过程中应与酸类隔离，应防雨淋，勿曝露于空气中，勿与酸、水等接触。远离易燃物品，以防引起燃烧。
消防措施：失火时，宜用砂土扑救，防止用水直冲物品。
【生产单位】 江苏泰州市明光化工有限公司，河南新乡神马正华化工有限公司，成都华融化工有限公司，青海盐湖工业股份有限公司。

As004 氢氧化铝

【英文名】 aluminium hydroxide; alumina trihydrate; aluminium hydrate
【结构式】 $Al(OH)_3$
【分子量】 78.00
【物化性质】 白色结晶粉末。相对密度 2.42，熔点 300℃（失去水）。不溶于水和醇，能溶于无机酸和氢氧化钠溶液。氢氧化铝凝胶为白色黏稠的悬浮胶体，静置能析出少量水分。是一种两性含水氧化物，既可将它看作是碱，也可将它看作是酸，因此它既能与碱发生化学反应，也能跟酸发生化学反应。

【质量标准】

1. 催化剂载体及制备 NC3302 催化剂用氢氧化铝参考标准

指标名称		指标		
		优等品	一等品	二等品
氧化铝(Al_2O_3)/%	≥	74.2	75.8	73.1
灼烧减量/%	≤	25.8	24.2	26.9
二氧化硅(SiO_2)/%	≤	0.008	0.008	0.008
三氧化二铁(Fe_2O_3)/%	≤	0.005	0.005	0.005
氧化钠(Na_2O)/%	≤	0.004	0.004	0.004
硫(S)/%	≤	0.01	0.005	0.005

2. 牙膏级氢氧化铝参考标准

指标名称		指标	
		一级	二级
比白度/%	≥	96.5	95.5
细度 320 目筛下物/%	≥	98	97
细度 100 目筛下物/%		100	100
附着水/%		0.3	0.5
pH 值		7.5～8.5	7.5～9.0
吸水量/(mL/20g)		6	6
灼烧减量/%	≤	34	34
三氧化二铁(Fe_2O_3)/%	≤	0.02	0.03

3. 化工行业标准《阻燃剂氢氧化铝》HG/T 4530—2013

指标名称		指标							
		ATH-1		ATH-2		ATH-3		ATH-4	
		一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品
氧化铝(Al_2O_3)质量分数/%	≥	64.0	63.5	64.0	63.5	64.0	63.5	64.0	63.5
三氧化二铁(Fe_2O_3)质量分数/%	≤	0.02							
氧化钠(Na_2O)质量分数/%	≤	0.4							
灼烧失量质量分数/%	≤	34.0～35.0							
附着水质量分数/%		0.3	0.8	0.3	0.8	0.3	0.8	0.3	0.8
白度/度	≥	93	90	93	90	93	90	93	90
pH 值(100g/L 悬浮液)		8.5～10.5							
重金属($Cd+Hg+Pb+Cr^{6+}+As$)质量分数/%		0.010							
粒径(D_{50})/μm		1～4		5～10		11～15		16～20	

4. 国家标准 GB 4294—2010

牌号	化学成分(质量分数)②/%					物理性能
	$Al_2O_3$③ ≥	杂质含量≤			烧失量(灼减)	水分(附着水)/%≤
		SiO_2	Fe_2O_3	Na_2O		
ATH-1①④	余量	0.02	0.02	0.40	34.5±0.5	12
ATH-2④	余量	0.04	0.02	0.40	34.5±0.5	12

① 用于干法氧化铝的生产原料时，要求水分（附着水）不大于6%，小于45μm粒度的质量分数≤15%。

② 化学成分按在（110±5）℃下烘干2h的干基计算。

③ Al_2O_3含量为100%减去表中所列杂志含量总合以及灼减后的余量。

④ 重金属元素w（$Cd+Hg+Pb+Cr^{6+}+As$）≤0.010%，供方可不作常规分析，但应监控其含量。

【用途】 氢氧化铝在工业中应用非常广泛，在冶金工业上主要用于生产电解铝和高级耐火材料；在化学工业中可用作催化剂、催化剂载体，生产牙膏、制药（氢氧化铝片，胃舒平等）；制作无机铝盐、造纸和橡胶的加工生产；在建筑工业中可以作速凝剂；在水处理中可以作净化沉淀剂、除氟剂、除砷剂、脱酸剂。它还是极好的高级陶瓷、磨料、通信、电子产品、阻燃剂、发光材料等领域的主要原料。

【制法】

（1）铝酸钠法　烧碱与铝灰以2∶1的配比在100℃以上进行反应，制得铝酸钠溶液。硫酸与铝灰以1.25∶1的配比在110℃下反应，制得硫酸铝溶液。然后将铝酸钠溶液与硫酸铝溶液中和至pH 6.5，生成氢氧化铝沉淀，经水洗、压滤，于70～80℃下干燥12h，再经粉碎，制得氢氧化铝成品。其反应式如下：

$$Al_2O_3+2NaOH \longrightarrow 2NaAlO_2+H_2O$$

$$Al_2O_3+3H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3+3H_2O$$

$$6NaAlO_2+Al_2(SO_4)_3+12H_2O \longrightarrow 8Al(OH)_3\downarrow+3Na_2SO_4$$

（2）拜尔法　以铝土矿和氢氧化钠为原料制备氢氧化铝，反应方程式如下：

$$Al_2O_3\cdot 3H_2O+2NaOH \longrightarrow 2NaAlO_2+4H_2O$$

$$Al_2O_3\cdot H_2O+2NaOH \longrightarrow 2NaAlO_2+2H_2O$$

$$NaAlO_2+2H_2O \longrightarrow Al(OH)_3+NaOH$$

将铝土矿粉碎、球磨，使粒度达到85%通过200目，然后与氢氧化钠溶液混合湿磨，送入高压釜中进行高压溶出，铝土矿中氧化铝以偏氯酸钠的形式转入溶液中，二氧化硅、氧化铁、氧化钙等杂质经沉淀出去。溶液经进一步过滤、分解、冷却，加入晶种，结晶、过滤、干燥，即得氢氧化铝产品。

【安全性】

毒性及防护：铝的毒性作用一是对肺组织的机械刺激作用；二是使蛋白沉淀，并形成无炎症表现的纤维质状不可逆的蛋白化合物。吸入铝粉尘主要损害肺，称铝土肺；慢性症状有消瘦、极易疲劳、呼吸困难、咳嗽。氢氧化铝比铝更明显引起肺泡上皮增生。环境最高容许浓度为6mg/m³。小口创伤可先用酒精、汽油处理，再覆盖无毒敷料；大伤口可切除并缝合伤口，用磺胺类制剂和青霉素疗法。在粉尘含量高的场所工作应配戴防毒面具、防护眼镜，穿防尘工作服，以保护皮肤、眼睛。每年应定期体检一次。

包装及贮运：用聚乙烯塑料袋或牛皮纸袋，外用纸箱或聚乙烯塑料编织袋封口包装，每袋净重10kg、15kg、50kg。应贮存在干燥的库房中。包装应完整密封，防止受潮。不可与酸类商品共贮混运。失火时，可用水浇救。

【生产单位】 山东铝业股份有限公司，郑州铝城实业开发总公司，巩义市恒信氢氧化铝有限公司，河南万丰海科材料有限公司。

As005 氢氧化钙

【别名】 消石灰；熟石灰

【英文名】 calcium hydroxide；lime，hydrated

【结构式】 $Ca(OH)_2$

【分子量】 74.09

【物化性质】 细腻的白色粉末，相对密度2.24。加热至580℃脱水成氧化钙，在空气中吸收二氧化碳而成碳酸钙。溶于酸、铵盐、甘油，难溶于水，100g水只溶解0.219g氢氧化钙，不溶于醇。有强碱性，对皮肤、织物有腐蚀作用。

【质量标准】

1. 国家标准《工业乳状氢氧化钙》GB/T 27815—2011

项　　目		指标
氢氧化钙[$Ca(OH)_2$]质量分数/%		25.0～40.0
铁(Fe)(以干基计)质量分数/%	≤	0.1
氧化镁(以干基计)质量分数/%	≤	1.0
盐酸不溶物(以干基计)质量分数/%	≤	0.5

2. 国家标准《食品添加剂氢氧化钙》GB/T 25572—2010

项　　目		指标
氢氧化钙[$Ca(OH)_2$]质量分数/%		95.0～100.0
碳酸盐		通过试验
镁及碱金属质量分数/%	≤	2.0
酸不溶物质量分数/%	≤	0.1
砷(As)/(mg/kg)	≤	2
氟化物(以F计)/(mg/kg)	≤	50
铅(Pb)/(mg/kg)	≤	2
重金属(以Pb计)/(mg/kg)	≤	10
干燥减量质量分数/%	≤	1.0
筛余物(0.045mm)质量分数/%	≤	0.4

3. 化工行业标准《工业氢氧化钙》HG/T 4120—2009

项　　目		指　　标		
		优等品	一等品	合格品
氢氧化钙[$Ca(OH)_2$]质量分数/%	≥	96.0	95.0	90.0
镁及碱金属质量分数/%	≤	2.0	3.0	—
酸不溶物质量分数/%	≤	0.1	0.5	1.0
铁(Fe)(以干基计)质量分数/%	≤	0.05	0.1	
干燥减量质量分数/%	≤	0.5	1.0	2.0
筛余物(0.045mm试验筛)质量分数/%	≤	2	5	—
(0.125mm试验筛)质量分数/%	≤	—	—	4
重金属(以Pb计)质量分数/%	≤	0.002	—	

【用途】 用于制造漂白粉、硬水软化剂、污水处理、酸性水中和处理、烟气脱硫、垃圾焚烧、涂料、建材、制革等领域。也广泛用于环氧氯丙烷、草甘膦、钙基润滑脂等有机化工产品的制造和硬脂酸钙（用于各类聚氯乙烯的稳定剂和润滑剂）、环烷酸钙（用于清漆的催干剂、粘胶剂等）、农药乳化剂、有机磷、农药及乳酸钙、柠檬酸钙的添加剂等高档有机钙的合成。

【制法】 石灰消化法：将石灰石在煅烧成氧化钙后，经精选与水按1∶(3～3.5)的比例消化，生成的氢氧化钙料液经净化分离除渣，再经离心脱水，于150～300℃下干燥，再筛选（120目以上）即为氢氧化钙成品。其反应式如下：

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2\uparrow$$

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$

【安全性】

毒性及防护：其粉尘或悬浮液滴对黏膜有刺激作用，能引起喷嚏和咳嗽，和碱一样

能使脂肪皂化，从皮肤吸收水分、溶解蛋白质、刺激及腐蚀组织。吸入石灰粉尘可能引起肺炎。最高容许浓度为 $5mg/m^3$。吸入粉尘时，可吸入水蒸气、可待因及犹奥宁，在胸廓处涂芥末膏；当落入眼内时，可用流水尽快冲洗，再用5%氯化铵溶液或0.01% $CaNa_2$-EDTA溶液冲洗，然后将0.5%地卡因溶液滴入。工作时应注意保护呼吸器官，穿戴用防尘纤维制的工作服、手套、密闭防尘眼镜，并涂含油脂的软膏，以防止粉尘吸入。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料薄膜袋的塑料编织袋包装，每袋净重25kg。应贮存在干燥的库房中，严防潮湿。避免与酸类物质共贮混运，运输时要防雨淋。失火时，可用水、砂土或一般灭火器扑救。

【生产单位】 浙江省建德市鑫伟钙业有限公司，浙江省建德市大同福利轻工助剂厂，淄博兆庆化工有限公司，新乡市源丰钙业有限公司。

As006 氢氧化铬

【别名】 水合氧化铬；二水合氢氧化铬；三氧化二铬水合物

【英文名】 chromium hydroxide

【结构式】 $Cr(OH)_3$

【分子量】 103.02

【物化性质】 灰绿色或灰天蓝色无定形粉末，不溶于水。普通制得的产品能强烈发生水合作用，并符合分子式 $Cr(OH)_3 \cdot xH_2O(x=2\sim4)$；在浓硫酸上放置后转变为二水物。在100℃下干燥转变成无水物，超过100℃开始脱水，进一步灼烧则变成 Cr_2O_3（深绿色），属两性氢氧化物。能成为极弱的酸 $HCrO_2$［即 $Cr(OH)_3$-H_2O］，在25℃时其解离常数 $K=9\times10^{-16}$。能溶于碱中形成亚铬酸盐，溶于无机酸中形成三价铬盐。

物化数据：相对密度2.9；水中溶度积（25℃）6.3×10^{-31}；晶体结构为六角形晶形。$a=0.5288$nm，$c=0.4871$nm，$z=2$。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指　标
Cr_2O_3/%		43～44
灼烧失重/%		45.3～57
盐酸不溶物/%	≤	0.05
氯化物(Cl^-)/%		0.01
硫酸盐(SO_4^{2-})/%		0.2
铁(Fe)/%		0.003
碱金属及碱土金属（以硫酸盐计）/%	≤	0.3

【用途】 用于制三价铬盐及三氧化二铬、化学试剂，也用于油漆、颜料、羊毛处理及冶金、搪瓷等行业。

【制法】 工业制备氢氧化铬的方法有沉淀法、硫黄还原法、硫化钠还原法、二氧化硫还原法和甲醛还原法等。

（1）沉淀法　硫酸铬水溶液与氨水反应生成氢氧化铬沉淀。于反应釜中将硫酸铬（或氯化铬）溶液加热近沸，分几次缓缓加入氨水，其用量高于理论量，使生成的沉淀易于过滤。反应方程式如下：

$$Cr_2(SO_4)_3+6NH_4OH+xH_2O \longrightarrow 2Cr(OH)_3\cdot xH_2O+3(NH_4)_2SO_4$$

悬浮液经过滤、充分洗涤后，于100℃干燥，使沉淀物干燥、脱水生成氢氧化铬成品。

$$Cr(OH)_3\cdot xH_2O \longrightarrow Cr(OH)_3+xH_2O(x=2\sim4)$$

（2）甲醛还原法　重铬酸钠溶液用硫酸酸化后再以甲醛为还原剂进行还原，直接制成无水氢氧化铬，经分离、洗涤和干燥即得成品。反应方程式如下：

$$2Na_2Cr_2O_7+3HCHO+2H_2SO_4+H_2O \longrightarrow 4Cr(OH)_3+3CO_2+2Na_2SO_4$$

【安全性】

毒性及防护：食入后用水漱口。眼睛接触，用流动清水冲洗。皮肤接触，脱去被

污染的衣服，用水和肥皂冲洗。吸入接触，清理鼻腔，用水漱口。
包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋包装，每袋25kg或50kg。
【生产单位】 黄石振华化工有限公司，甘肃祁源化工有限公司，青海铬盐高新科技股份有限公司，四川安县银河建化集团有限公司，天津砚桥化工有限公司。

As007 氢氧化钴

【英文名】 cobaltous hydroxide
【结构式】 $Co(OH)_2$
【分子量】 92.95
【物化性质】 玫瑰红色斜方晶系晶体或粉末。相对密度3.597，溶点1100～1200℃，加热分解，在空气中加热至1600℃即失去水分成氧化钴。不溶于水，溶于酸和铵盐溶液中。
【质量标准】 化工行业标准《工业氢氧化钴》HG/T 4506—2013

项目		指标	
		Ⅰ类	Ⅱ类
钴(Co)质量分数/%	≥	61.0	62.0
镍(Ni)质量分数/%	≤	0.005	0.005
铜(Cu)质量分数/%	≤	0.002	0.002
锰(Mn)质量分数/%	≤	0.005	0.002
锌(Zn)质量分数/%	≤	0.002	0.002
铅(Pb)质量分数/%	≤	0.005	0.002
镉(Cd)质量分数/%	≤	0.002	0.002
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.005	0.015
钙(Ca)质量分数/%	≤	0.005	0.005
镁(Mg)质量分数/%	≤	0.005	0.008
钠(Na)质量分数/%	≤	0.03	0.02
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/%	≤	0.08	0.005
乙酸不溶物质量分数/%	≤	0.03	0.03
粒径分布 D_{50}/μm		0.1～0.5	1.5～2.0
细度(通过0.15mm试验筛)/%	≥	—	100
松装密度/(g/cm³)		0.2～1.0	0.1～0.5
比表面积/(m²/g)		—	18～25
色差	L	—	78～82
	a	—	+10～+13
	b		0～13

【用途】 用于玻璃、搪瓷着色，制钴化合物、含钴催化剂，以及涂料和清漆的干燥剂。
【制法】 含钴废料法：各种含钴废料经硝酸、盐酸溶解，所得氯化钴溶液用过氧化氢净化除铁，必要时加入碳酸钠或氨水，以保证净化完全。净化后的氯化钴溶液加氢氧化钠生成氢氧化钴，再经洗涤、离心分离，制得氢氧化钴产品。其反应式如下：

$$Co+2HCl \longrightarrow CoCl_2+H_2$$

$$CoCl_2+2NaOH \longrightarrow Co(OH)_2+2NaCl$$

【安全性】
毒性及防护：钴是生物学上的重要元素，小剂量能活化调节组织呼吸、造血和其他过程的许多酶，大剂量时，则抑制这些酶的活性，对碳水化合物的代谢有影响，选择性损伤胰腺的内分泌部分，影响心血管系统，扩张血管、降低血压，选择性地损伤心肌。吸入钴化合物，有时出现支气管哮喘。研磨的钴化物能引起急性皮炎，有时表面形成溃疡。金属钴和氧化钴最高容许浓度为0.5mg/m³。工作时应使用防毒口罩、防尘工作服、防护手套，以保护呼吸器官和皮肤。工作中接触金属钴粉尘时，建议用一种糊剂洗手。生产中应注意防尘和除尘，采用湿法操作。
包装及贮运：用聚乙烯塑料袋包装，每袋净重5kg，外用木箱集装。贮存于通风、干燥处，防止受潮、受热。运输时要防雨淋和日晒。勿与酸、铵盐物共贮混运。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和灭火器扑救。

【生产单位】 河北雄威化工股份有限公司，温州市华侨化学试剂有限公司，温州市化学用料厂，南京康满林化工实业有限公司，浙江嘉利珂钴镍材料有限公司。

As008 氢氧化镍

【英文名】 nickelous hydroxide

【结构式】 $Ni(OH)_2$

【分子量】 92.708

【物化性质】 浅绿色结晶粉末，相对密度4.15，熔点230℃（分解）。溶于酸类，不溶于水、碱，溶于氨及铵盐的水溶液生成络合物，加热则分解。氢氧化镍呈棕黑色。

【质量标准】 国家标准《球型氢氧化镍》GB/T 20507—2006

表1 产品的牌号及化学成分

类别	牌号	化学成分/%									
		Ni	Co	Zn	Cd	Fe、Cu、Mn、Pb	Ca	Mg	SO_4^{2-}	NO_2、Cl^-	H_2O
加锌型	Zn3Co1	≥57.5	1.0±0.2	3.0±0.3	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.05	≤0.50	≤0.02	≤1.0
	Zn3Co1.5	≥57.0	1.5±0.2	3.0±0.3	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.05	≤0.50	≤0.02	≤1.0
	Zn4Co0.7	≥56.5	0.7±0.2	4.0±0.3	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.05	≤0.50	≤0.02	≤1.0
	Zn4Co1.5	≥56.0	1.5±0.2	4.0±0.3	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.05	≤0.50	≤0.02	≤1.0
加镉型	Cd3Co1	≥57.5	1.1±0.2	≤0.10	3.2±0.3	≤0.01	≤0.05	≤0.05	≤0.50	≤0.02	≤1.0
覆钴型	Zn4Co1.5～Co3.5	≥53.0	(1.5±0.2)～(3.5±0.2)	3.9±0.3	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.05	≤0.50	≤0.02	≤2.0
	Cd3Co1～Co3	≥54.5	(1.1±0.2)～(3.0±0.2)	≤0.10	3.1±0.3	≤0.01	≤0.05	≤0.05	≤0.50	≤0.02	≤2.0

注：除上述牌号外，产品中的镍（Ni）、钴（Co）、锌（Zn）或镉（Cd）的含量可根据客户的特殊要求进行改变。

表2 产品的物理性能

类别	牌号	形貌	晶形	松装密度/(g/cm^3)	振实密度/(g/cm^3)	粒度(D_{50})/μm	比表面积/(m^2/g)	(101)面半高宽/(°)
加锌型	Zn3Co1	球形或类球形	β	≥1.60	≥2.10	6～15	6～15	≥0.85
	Zn3Co1.5	球形或类球形	β	≥1.60	≥2.10	6～15	6～15	≥0.85
	Zn4Co0.7	球形或类球形	β	≥1.60	≥2.10	6～15	6～15	≥0.85
	Zn4Co1.5	球形或类球形	β	≥1.60	≥2.10	6～15	6～15	≥0.85
加镉型	Cd3Co1	球形或类球形	β	≥1.60	≥2.10	8～20	8～25	≥0.85

续表

类别	牌号	形貌	晶形	松装密度/(g/cm³)	振实密度/(g/cm³)	粒度(D_{50})/μm	比表面积/(m²/g)	(101)面半高宽/(°)
覆钴型	Zn4Co1.5～Co3.5	球形或类球形	β	≥1.50	≥2.00	9～14	3～15	≥0.85
	Cd3Co1～Co3	球形或类球形	β	≥1.50	≥2.00	8～20	8～25	≥0.85

注：表中（101）面半高宽的测定由于测定仪器和数据处理软件等难以统一，各测量系统仍存一定误差，因此仅作为参考标准，由生产厂家提供实测数据。

表 3　产品的放电平台率

类别	牌号	比容量/(mA·h/g)	放电平台率/%
加锌型	Zn3Co1	≥245	≥65
	Zn3Co1.5	≥245	≥65
	Zn4Co0.7	≥240	≥65
	Zn4Co1.5	≥240	≥65
加镉型	Cd3Co1	≥225	≥65
覆钴型	Zn4Co1.5～Co3.5	≥225	≥65
	Cd3Co1～Co3	≥205	≥65

【用途】 制镍盐的原料，用于碱性蓄电池、电镀、催化剂等方面。特别是球形氢氧化镍是Cd-Ni、MH-Ni等碱性充电电池正极的活性材料，而镍氢电池是新一代化学电源，具有比能量高、大功率、无污染、记忆效应小和取代性好等特点，广泛用于移动通信、便携式电动工具、笔记本电脑、摄像机、电动助力车以及电动汽车等领域。

【制法】

（1）镍盐法　以镍盐溶液如硫酸镍溶液和氢氧化钠溶液反应，经结晶分离制得氢氧化镍成品。其反应式如下：

$$NiSO_4 + 2NaOH \longrightarrow Ni(OH)_2 + Na_2SO_4$$

（2）球型氢氧化镍的制法　预先在镍盐的水溶液中或含有钴盐的镍盐水溶液中加入氨水，使镍离子或含有的钴离子与氨作用，生成上述相应金属的氨络合物，再将以上的金属氨络合物溶液、碱金属氢氧化物溶液及氨水溶液三部分连续同时加入到反应体系中，控制反应体系温度在20～80℃范围内的某一固定值，pH值在9～13范围内的某一固定值，反应连续进行，经过滤、水洗、干燥，制得平均粒径为2～50μm的球型氢氧化镍。

【安全性】

毒性及防护：镍能进入细胞，引起细胞中酶和代谢过程破坏，可能因导致某些致癌物质生成产生致癌作用。与镍化合物接触可引起镍性湿疹、镍性疥疮。生产时操作人员要戴防毒口罩及防毒面具，应防止皮肤直接接触。尽量实行机械化操作，避免粉尘。工作人员要定期检查身体。

包装及贮运：内用内衬聚乙烯塑料袋的聚丙烯编织袋包装，外用木桶或铁桶包装，每桶净重25kg、50kg。贮存于通风、干燥处，防止受潮、受热。运输时要防雨淋和日晒。勿与酸、铵盐物共贮混运。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和灭火器扑救。

【生产单位】 吉林吉恩镍业股份有限公司，无锡市鑫兴化工厂，江西晶安高科技股份有限公司，河南科隆新能源有限公司，宁波华力斯化学工业有限公司。

As009 氢氧化铜

【别名】 可杀得 101

【英文名】 cupric hydroxide

【结构式】 $Cu(OH)_2$

【分子量】 97.561

【物化性质】 蓝色或淡蓝绿色凝胶或淡蓝色结晶粉末，相对密度 3.368。溶于酸、氨水及碱金属氰化物、碳酸盐、酸式碳酸盐溶液，不溶于水，能被许多有机物质还原，加热则分解，在热水中分解为黑色氧化铜和水。

【质量标准】 参考标准

检验项目		标准
氢氧化铜/%	≥	95
酸不溶物/%	≤	0.2
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤	0.4
硝酸盐(NO_3^-)/%	≤	0.5
铁(Fe)/%	≤	0.1
硫化氢不沉淀物/%	≤	1.0

【用途】 制铜盐的原料，用于媒染剂、人造丝、饲料添加剂、颜料、制着色纸等。船底防污漆的组分，也用作农用杀菌剂。

【制法】 铜盐法：将可溶性铜盐，如硫酸铜溶液，用氢氧化钠溶液中和，经结晶、分离得氢氧化铜成品。其反应式如下：

$$CuSO_4+2NaOH \longrightarrow Cu(OH)_2+Na_2SO_4$$

【安全性】

毒性及防护：中等毒类。吸入、摄入或经皮吸收后会中毒。对眼睛、皮肤、黏膜和上呼吸道有强烈刺激性。吸入，可引起喉、支气管的炎症、痉挛，化学性肺炎和肺水肿等。密闭操作，提供充分的局部排风。防止粉尘释放到车间空气中。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴防尘面具（全面罩），穿胶布防毒衣，戴橡胶手套。避免产生粉尘，避免与酸类接触。配备泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物。工作后要洗温水淋浴。

包装及贮运：用聚乙烯塑料袋包装后，外用塑料编织袋或木箱包装。每袋净重 25kg、50kg。贮存于通风、干燥处，防止受潮、受热。运输时要防雨淋和日晒。勿与酸、铵盐等物共贮混运。装卸时轻拿轻放，防止包装破损。本品不燃，有毒，具强刺激性。属无机有毒品，危规编号：GB 6.1 类 61519。UN No.2775、2776、3030、3010；IMDG CODE 6221 页、6270 页，6218 页、6220 页。失火时，可用水、砂土和灭火器扑救。消防人员必须穿全身防火防毒服，在上风向灭火。灭火时尽可能将容器从火场移至空旷处，然后根据着火原因选择适当灭火剂灭火。

【生产单位】 上海绿源精细化工厂，涟水依顺环保有限公司，汕头西陇化工有限公司，浙江省台州生物农化厂，吴江市阮氏化工有限公司。

As010 氢氧化锌

【英文名】 znic hydroxide

【结构式】 $Zn(OH)_2$

【分子量】 99.405

【物化性质】 定型白色粉末或浅黄色粉末，相对密度 3.053，熔点 125℃（分解），在 120℃分解成氧化锌和水。不溶于水，是两性氢氧化物，溶于强酸生成锌盐，溶于强碱生成锌酸盐。和氢氧化铝不同，能溶于氨水中生成锌氨络离子。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指　标
品总锌量[以 $Zn(OH)_2$计]/%	≥	99
水分/%		14～16

【用途】 用于生产锌化合物，如氧化锌、硫酸锌、硝酸锌等。也用于外科包扎用品中作吸收剂和橡胶配合物。

【制法】 锌盐法：将亚锌酸盐溶液和氢氧化钠反应制得氢氧化锌，经结晶分离得产品。

【安全性】

毒性及防护：中毒者会出现食欲不佳、烦渴、疲倦、胸闷及压痛等，引起肝大及出现肺间质水肿、肺泡上皮破坏。发生中毒可吸入碱性物质、静脉注射葡萄糖（40%溶液20mL）和300mg抗坏血酸。根据症状服用强心剂。空气中最高容许浓度为0.5mg/m³。操作中应戴防毒口罩、防护眼镜，穿工作服。工作后用热水沐浴。要注意防止蒸气及气溶胶形成及排放到工作地点空气中，应注意防尘通风。

包装及贮运：内衬聚乙烯塑料袋及外用塑料编织袋包装，每袋净重25kg或50kg。贮存于通风、干燥处，防止受潮、受热。运输时要防雨淋和日晒。勿与酸、铵盐共贮混运。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土和灭火器扑救。

【生产单位】 吉林市大宇化工有限公司，温州市化学用料厂，上海嘉辰化工有限公司，无锡市永昌化工厂。

As011 氢氧化铵

【别名】 氨水溶液；水合铵；氨水

【英文名】 ammonium hydroxide；ammonium hydrate；aqua ammonium

【结构式】 NH_4OH

【分子量】 35.1

【物化性质】 无色透明极易挥发的液体，呈强碱性，有刺鼻气味，能与醇，醚相混溶。遇酸能激烈反应，放热并生成盐类。有腐蚀性，侵蚀许多金属，生成易燃气体氢。沸点（25%）38℃，熔点（25%）−58℃，相对密度（水的相对密度＝1）0.9，水中溶解度：完全互溶；蒸气压20℃时48kPa（25%）；蒸气相对密度（空气的相对密度＝1）0.6～1.2。

【质量标准】

1. 国家标准《食品添加剂　氨水》GB 29201—2012

表1　感官要求

项目	要求	检验方法
色泽	无色	取适量试样置于50mL烧杯中，在自然光下观察色泽和状态
状态	透明液体	

表2　理化指标

项　目		指　标
氨(NH_3)含量/%		27.0～30.0
铅(Pb)/(mg/kg)	≤	0.5
蒸发残渣/%	≤	0.02
易氧化物		通过试验

2. 国家标准《化学试剂　氨水》GB/T 631—2007

指标名称		分析纯	化学纯
含量(NH_3)/%		25～28	25～28
蒸发残渣/%	≤	0.002	0.004
氯化物(Cl^-)/%	≤	0.00005	0.0001
硫化合物(S)/%	≤	0.00002	0.00005
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤	0.0002	0.0005
碳酸盐(以CO_2计)/%	≤	0.001	0.002
磷酸盐(PO_4^{3-})/%	≤	0.0001	0.0002
钠(Na)/%	≤	0.0005	—
镁(Mg)/%	≤	0.0001	0.0005
钾(K)/%	≤	0.0001	—
钙(Ca)/%	≤	0.0001	0.0005
铁(Fe)/%	≤	0.00002	0.00005
铜(Cu)/%	≤	0.00001	0.00002
铅(Pb)/%	≤	0.00005	0.0001
还原高锰酸钾物质(以O计)/%	≤	0.0008	0.0008

【用途】 除农业上作肥料外，其他用途很广泛，如用于印染（媒染剂）、医药、燃料、照相、制革、食品、农药、香料、颜料以及制取各种铵盐和其他化工产品。

【制法】 用水吸收氨生成氨水，其反应式如下：$NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_4OH$

【安全性】

危险性：氨水易挥发而放出氨气，氨具有强烈的刺激性，刺激皮肤、眼睛，并易发生爆炸，室内空气中氨的浓度极限为30mg/m³，空气中的爆炸下限为15%

（体积分数），上限为28%（体积分数）。吸入，有灼烧感，咳嗽、呼吸困难，咽喉疼。皮肤接触，严重皮肤烧伤，疼痛、水疱。眼睛接触，发红、疼痛、严重深度烧伤。食入时，胃痉挛、腹痛、呕吐。操作环境应保持通风，戴防护手套、穿防护服。戴面罩或眼睛防护结合呼吸防护。工作时不得进食、饮水或吸烟。一旦吸入，有反应时，要呼吸新鲜空气，或医疗护理。皮肤接触，要用大量的水冲洗，给予医疗护理。进入眼睛，要用大量的水冲洗几分钟，然后就医。食入，要漱口，引用大量的水。

包装与贮运：工业和农业用氨水可用铁桶、槽车和漕船装运。试剂氨水要用500mL玻璃瓶或20kg、25kg、35kg、200kg塑料桶密封装。勿日晒，需贮存在阴凉通风处，要隔绝火源，不可与酸类共贮混运。氨水不燃烧，如着火，用喷雾状水保持料桶等容器冷却。

【生产单位】 巨化集团公司，河北天坡化工有限公司，湖北七八九化工有限责任公司。

As012 氢氧化铁

【别名】 水和氧化铁；三氢氧化铁

【英文名】 ferric hydroxide; ironic hydroxide

【结构式】 $Fe(OH)_3$

【分子量】 106.87

【物化性质】 深棕色絮状沉淀，相对密度为3.4～3.9，加热时逐渐分解而成氧化铁。具有两性，但其碱性强于酸性，新制得的氢氧化铁易溶于无机酸和有机酸，亦可溶于热浓碱。在酸中的溶解度随制品制成的时间长短而异，放置若干时间后则难溶解，不溶于水和乙醇。遇极强氧化剂，如次氯酸钠，在碱性介质中，能将新制的氢氧化铁氧化成+6价氧化态的高铁酸钠Na_2FeO_4。胶状沉淀的水合氧化铁（Ⅲ）有较强的吸附性能。

【质量标准】 企业参考标准

指标名称	指标
总铁含量(以干基计)/%	63～70
亚铁含量(以干基计)/%	40～50
活性铁含量(以干基计)/%	35～45
水分含量/%	30～40
pH值	8,9
堆密度/(kg/m^3)	0.7～1.0

【用途】 可用来制颜料、药物，用作净水剂，也可用来作砷的解毒药等。

【制法】 由硝酸铁或氯化铁溶液加氨水经沉淀而制的产品。如用氨水或烧碱与氧化铁反应可制得胶状沉淀，经分离可得固体氢氧化铁。

【安全性】 包装以玻璃瓶或内衬薄膜纸及铁桶，净重0.5kg、20kg、50kg，注意封闭。

【生产单位】 鸣尧化工（上海）有限公司，山东鲁科化工集团有限公司，上海振品化工有限公司，天津市汉沽区海中化工厂，寿光市鲁源盐化有限公司。

As013 氢氧化锆

【英文名】 zirconium hydroxide

【结构式】 $ZrO(OH)_2 \cdot nH_2O$，$Zr(OH)_4$

【分子量】 159.25

【物化性质】 白色无定形粉末，无毒无味，不溶于水，易溶于盐酸等无机酸。不溶于碱溶液，在500℃时分解成二氧化锆和水。氢氧化锆（Ⅲ）黄色沉淀不稳定，易于氧化成为氢氧化锆（Ⅳ）。可由锆（Ⅲ）盐与烧碱或氨水制得。氢氧化锆（Ⅳ）以水合氧化物$ZrO_2 \cdot xH_2O$形式存在，为白色胶状沉淀，水分子数难以确定，随其制备方法、温度不同而异。加热（至500℃）失水最终成为二氧化锆ZrO_2。不溶或稍微溶于水，不溶于醇、碱和铵盐溶液。具有两性，能与酸碱反应。熔融时与强碱生成晶状正锆酸盐

M_4ZrO_4和偏锆酸盐M_2ZrO_3。由锆盐水溶液与烧碱（或氨水）水溶液作用，首先得到的氢氧化锆称为α型锆酸，能溶于稀酸中；在加热条件下沉淀下来的称为β-型锆酸，难溶于水和酸。

【质量标准】

1．企业参考标准1

指标名称	$Zr(Hf)O_2$	Fe_2O_3	SiO_2	TiO_2	外观
指标/%	≥28	≤0.03	≤0.03	≤0.001	白色滤饼

2．企业参考标准2

指标名称	$Zr(Hf)O_2$	Fe_2O_3	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3
指标/%	33～35	<0.005	<0.02	<0.003	<0.002

3．企业参考标准3

指标名称	$Zr(Hf)O_2$	Fe_2O_3	SiO_2	TiO_2
指标/%	≥38	≤0.02	≤0.03	≤0.001

【用途】 用于制造其他锆化合物、颜料、染料、玻璃等。

【制法】 用氨水或氢氧化钠中和氧氯化锆，用纯净水洗涤、过滤、分离制得氢氧化锆滤饼，该滤饼主要用于生产锆产品的原料。也可将滤饼经干燥而得到固体产品。其反应式如下：

$$ZrOCl_2 + 2NH_4OH + (n+1)H_2O \longrightarrow Zr(OH)_4 \cdot nH_2O \downarrow + 2NH_4Cl$$

【安全性】 包装为25kg或50kg纸桶包装或25kg、1000kg塑编袋包装或根据用户要求进行包装。

【生产单位】 宜兴新兴锆业有限公司，宜兴市高阳化工有限公司，朝阳百盛锆钛股份有限公司，青岛天尧实业有限公司，淄博加华新材料资源有限公司。

At 氧化物

广义上的氧化物（oxide）是指氧元素与另外一种化学元素组成的二元化合物，如二氧化碳、氧化钙等，但氧与电负性更大的氟结合形成的化合物则一般称为氟化物而不是氧化物。

根据不同的标准可将氧化物分为不同的类型：按与氧化合的另一种元素的类型分为金属氧化物与非金属氧化物；按成键类型或组成粒子类型分为离子型氧化物与共价型氧化物；按照氧的氧化态分为普通氧化物（氧的氧化态为－2）、过氧化物（氧的氧化态为－1）、超氧化物（氧的氧化态为－1/2）和臭氧化物（氧的氧化态为－1/3）；按照是否与水生成盐，以及生成的盐的类型可分为酸性氧化物、碱性氧化物、两性氧化物、不成盐氧化物。

氧化物广泛应用于化工、轻工、医药、纺织、电子等领域。如活性氧化铝在化学工业中用作催化剂载体，占总催化剂载体用量的一半以上。三氧化二锑作为阻燃剂用于树脂、纤维、橡胶中。铁、钴、镍、铜、锌、锡、锑等的氧化物都是石油化学工业中的重要催化剂组分。随着高科技的发展，氧化物也显示出重要的作用。如镉氧化物用于晶体光学材料的制备及γ射线照相。光敏氧化锌用于静电湿法复印、干法转印、激光传真通信等。

我国的氧化物品种、规格在不断增加，正朝着精细化方向发展，生产工艺也在改进，如醇铝法制活性氧化铝、等离子法制超细三氧化二锑。但从我国氧化物生产总的情况看，生产技术仍需改进和提高。

At001 活性氧化铝

【别名】 活性矾土

【英文名】 alumina activated; reactive alumina; activated alumin (i) um oxide

【结构式】 γ-Al_2O_3

【分子量】 101.96

【物化性质】 白色球状或圆柱状多孔性物质，无毒、无臭，不粉化，不溶于水、乙醇。熔点 2045℃，沸点 2980℃，比表面积 200～400m^2/g、比热 0.88～1.67J/（g·℃），湿润热 104.6～125.2J/（g·℃）。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 3927—2007

项目		指标					
		吸附剂	除氟剂	再生剂	脱氯剂	催化剂载体	空分干燥剂
三氧化二铝质量分数/%	⩾	90	90	92	90	93	88
灼烧失量/%	⩽	8	8	8	8	8	9
振实密度/(g/cm^3)	⩾	0.65	0.70	0.65	0.60	0.50	0.60
比表面积/(m^2/g)	⩾	280	280	200	300	200	300
孔容/(cm^3/g)	⩾	0.35	0.35	0.40	0.35	0.40	0.35
静态吸附量(60%湿度)/%	⩾	12	12	—	10	—	17
吸水率/%	⩾	—	—	50	—	40	—
磨耗率/%	⩽	0.5	0.5	0.4	0.5	1	0.5
抗压强度/(N/颗) ⩾	粒径 0.5～2mm	10					
	粒径 1～2.5mm	35					
	粒径 2～4mm	50					
	粒径 3～5mm	100					
	粒径 4～6mm	130					
	粒径 5～7mm	150					
	粒径 6～8mm	200					
	粒径 8～10mm	250					
粒度合格率/%	⩾	90					

【用途】 活性氧化铝的多孔结构、高比表面积且处于不稳定过渡态的特点，使其具有较大的活性。在石油化工、化肥工业中广泛用作催化剂、催化剂载体。活性氧化铝又具有吸附特性，因而用作气体和液体的干燥剂、气体净化的吸附剂、饮水除氟剂、工业污水的颜色和气味消除剂等。还用作空气及其他气体的脱湿剂，变压器油和透平油的脱酸剂。

【制法】 制备方法有酸法、碱法和醇铝法三种。目前国内主要采用碱法，少数厂家采用醇铝法。

（1）碱法　把工业固体烧碱加水配成浓度为600g/L的烧碱溶液，在50～80℃下加入氢氧化铝后升温至110℃，保温3h进行反应，将所得溶液用水稀释至含氧化铝为100g/L，静置0.5～1h，经过滤，除去氢氧化铁等不溶性杂质，再将清液和20%硝酸溶液按照一定比例进行中和反应，温度控制在30～50℃下，控制pH为7～7.5，反应10min左右以后，再将反应液在常温搅拌下老化2h，经过滤、用无离子水多次洗涤，于110℃烘干、挤条成型、干燥，在500℃活化4h，制得活性氧化铝。其反应式如下：

$$Al(OH)_3 + NaOH \longrightarrow NaAlO_2 + 2H_2O$$

$$NaAlO_2 + HNO_3 + H_2O \longrightarrow Al(OH)_3\downarrow + NaNO_3$$

$$2Al(OH)_3 \xrightarrow{\triangle} Al_2O_3 + 3H_2O$$

（2）醇铝法　将金属铝片加入异丙醇溶液中进行反应，生成异丙醇铝，通过水蒸气鼓泡（入口温度180℃，水解温度175℃），使异丙醇铝水解，生成水合氧化铝，经熟化、过滤，于100℃干燥、500℃脱水活化，制得活性氧化铝。其反应式如下：

$$Al + 3(CH_3)_2CHOH \longrightarrow (C_3H_7O)_3Al + H_2\uparrow$$

$$2(C_3H_7O)_3Al + 4H_2O \longrightarrow Al_2O_3 \cdot H_2O + 6C_3H_7OH$$

$$Al_2O_3 \cdot H_2O \xrightarrow{\triangle} Al_2O_3 + H_2O$$

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋的胶合板桶包装，每桶净重40kg。应贮存于干燥、

通风的库房中，严防受潮。

【生产单位】 中海油天津化工研究设计院，浙江温州氧化铝厂，姜堰市化工助剂厂。

At002 高纯氧化铝

【英文名】 alumina，high purity

【结构式】 γ-Al_2O_3，α-Al_2O_3

【分子量】 101.96

【物化性质】 白色微细结晶粉末。无味，不溶于水，微溶于酸、碱，易烧结。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
氧化铝(Al_2O_3)/%		99.99
钾(K)/%	≤	0.0015
铜(Cu)/%	≤	0.0003
硅(Si)/%	≤	0.001
钙(Ca)/%	≤	0.001
镍(Ni)/%	≤	0.0003
镁(Mg)/%	≤	0.001
钠(Na)/%	≤	0.001
铅(Pb)/%	≤	0.0003
铁(Fe)/%	≤	0.001
锌(Zn)/%	≤	0.0003

【用途】 发光材料：用作稀土三基色荧光粉、长余辉荧光粉、PDP荧光粉、LED荧光粉的主要原料。透明陶瓷：用作高压钠灯的荧光灯管、电可编程只读存储器窗口。单晶：用于制造红宝石、蓝宝石、钇铝石榴石。高强度高铝陶瓷：用于制造集成电路基片、切削工具、高纯度坩埚。磨料：用于制造玻璃、金属、半导体、塑料的磨料。其他：用作活性涂层、吸附剂、催化剂和催化剂载体、真空镀膜、特殊玻璃原料、复合材料、树脂填料、生物陶瓷等。

【制法】 高纯铵明矾热解法：以硫酸铝、硫酸铵为原料合成铵明矾（硫酸铝铵），经脱水、热解生成氧化铝，再经转相制得γ-氧化铝、α-氧化铝。

【安全性】 用聚乙烯塑料瓶包装，每瓶净重500g。贮存在干燥、清洁的库房中。包装应密封，严防受潮。勿与有毒、有害、易污染物品共贮混运。

【生产单位】 浙江省中明化工科技有限公司，姜堰市化工助剂厂，淄博恒基天力工贸有限公司。

At003 氧化铝溶胶

【英文名】 aluminium oxide sol

【结构式】 $[Al_2(OH)_nX_{6-n}]_m$

【物化性质】 乳白或微黄色粒状或糊状物。无毒、无臭、无腐蚀性，有黏结性，其黏度随氧化铝含量的增高和时间延长而增大，有增稠性和触变性。可长期贮存，不变质。干溶胶在水中有良好的分散性。黏稠液在120℃左右烘干形成薄膜。蒸发干涸后，可得到活性水合氧化铝，其BET表面积大于250m^2/g。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
糊状胶含 Al_2O_3/%		20
固态胶含 Al_2O_3/%		60
胶溶指数/%	>	90
胶粒直径/μm		10
SiO_2(糊状)/%	<	0.1
Fe_2O_3(糊状)/%		0.02
Na_2O(糊状)/%		0.003
SO_3(糊状)/%		0.1～0.2

【用途】 用作无机纤维和精密铸造中的黏结剂、搪瓷釉料悬浮剂、塑料防雾涂膜添加剂、阳离子乳化剂、石油化工催化剂、催化剂载体的配料和黏结剂、化妆品的添加剂。

【制法】 先将配制好的铝盐溶液与氨水进行中和反应，再进行前处理，经分离洗涤、过滤、胶溶、烘干，制得氧化铝

溶胶。

【安全性】 用内衬聚乙烯塑料袋的聚丙烯编织袋包装，每袋净重 25kg。贮存于通风、干燥的库房中，应注意防潮。

【生产单位】 浙江省中明化工科技有限公司，武汉无机盐化工厂，浙江宇达化工有限公司。

At004 氧化铝白

【英文名】 alumina white

【物化性质】 氧化铝白是由铝化合物构成的透明性白色颜料的总称，没有固定的化学组成。一般指氢氧化铝［$Al(OH)_3$］、氧化铝水合物（$Al_2O_3 \cdot xH_2O$）或水不溶性碱式硫酸铝［$Al_2(SO_4)(OH)_4$］等，也有报告提出是由水不溶性四碱式硫酸铝、二氢氧化铝聚合物［$Al_2(SO_4)(OH)_4 \cdot xH_2O \cdot 2Al(OH)_3$］$_n$ 构成的。折射率 1.47～1.56，与亚麻子油混炼呈透明状。

【用途】 用于印刷油墨、绘画颜料，蜡笔、橡胶填料。

【制法】 在硫酸铝溶液中，在搅拌下添加碱溶液，生成的沉淀经洗涤、过滤、低温干燥后，经粉碎制得成品。也可将脱水后的糊状物直接作为产品。制备中溶液的浓度、温度、反应温度控制、干燥温度等影响产品质量。

【安全性】 用聚乙烯塑料袋外套塑料编织袋包装，每袋净重 10kg、15kg。贮存于阴凉、通风、干燥的库房中，运输中防止雨淋，装卸时小心轻放，避免包装破损。

【生产单位】 浙江省中明化工科技有限公司，浙江省温州化工总厂。

At005 三氧化二锑

【别名】 锑白

【英文名】 antimony trioxide; antimony oxide; antimony white

【结构式】 Sb_2O_3

【分子量】 291.50

【物化性质】 白色或灰色斜方晶系或等轴晶系粉末。加热变黄，冷却后恢复白色或灰色。相对密度 5.67，熔点 656℃，沸点 1550℃。高真空时加热至 400℃能升华，557℃以下为稳定的斜方晶系，557℃以上为稳定的等轴晶系。溶于盐酸、氢氧化钾、硫化钠、酒石酸、浓硫酸、浓硝酸，不溶于水、醇、稀硫酸，是两性氧化物。

【质量标准】 国家标准 GB 4062—2013

品级				零级三氧化锑	一级三氧化锑	二级三氧化锑
牌号				Sb_2O_3-0	Sb_2O_3-1	Sb_2O_3-2
化学成分	三氧化二锑/%		≥	99.5	99.00	98.00
	三氧化二砷/%		≤	0.06	0.12	0.30
	氧化铅/%		≤	0.12	0.20	—
	硫/%		≤	—	—	0.15
	杂质总和/%		≤	0.50	—	—
物理性能	颜色			纯白	白色	白色(可带微红)
	细度	325 目筛筛余数/%		0.1	0.5	—
		100 目筛		—	—	全通过

注：出口零级三氧化二锑的氧化铅含量不大于 0.10%。

【用途】 用作各种树脂、合成橡胶、帆布、纸张、涂料等的阻燃剂，石油化工、合成纤维的催化剂。用于制造媒染剂、乳白剂，是合成锑盐的原料。搪瓷工业用作添加剂，以增加珐琅的不透明性和表面光泽。玻璃工业用作代替亚砷酸的脱色剂。也可用于医药、冶金、军工等方面。

【制法】 制法分为干法和湿法。干法是由辉锑矿或金属锑经焙烧氧化制得产品的方法。湿法是辉锑矿或金属锑采用液相法与酸反应制得产品的方法。

(1) 干法 辉锑矿（Sb_2S_3）于1000℃在焦炭存在下煅烧。将氧化生成的三氧化二锑蒸气收集起来，经冷凝后，用纯碱作助熔剂，与焦炭经加热还原生成金属锑。所得金属锑再在空气中氧化即得三氧化二锑。其反应式如下：

$$2Sb_2S_3+9O_2 \longrightarrow 2Sb_2O_3+6SO_2\uparrow$$

$$Sb_2O_3+3C \longrightarrow 2Sb+3CO\uparrow$$

$$4Sb+3O_2 \longrightarrow 2Sb_2O_3$$

(2) 湿法

① 锑盐氨解法。将金属锑与氯气反应生成三氯化锑，经蒸馏、水解、氨解、洗涤、离心分离、干燥，制得三氧化二锑成品。其反应式如下：

$$2Sb+3Cl_3 \longrightarrow 2SbCl_3$$

$$SbCl_3+H_2O \longrightarrow SbOCl+2HCl$$

$$4SbOCl+H_2O \longrightarrow Sb_2O_3 \cdot 2SbOCl+2HCl$$

$$Sb_2O_3 \cdot 2SbOCl+2NH_4OH \longrightarrow 2Sb_2O_3+2NH_4Cl+H_2O$$

② 以辉锑矿为原料盐酸法。辉锑矿与盐酸作用，在硝酸存在下发生反应，经水解、沉淀、烘干即得成品。

【安全性】

毒性及防护：急性中毒表现为对呼吸道、消化道及皮肤的刺激作用。慢性中毒可影响新陈代谢，使皮肤干燥、手指和鼻周皲裂，并可引起变态反应性病症（湿疹、荨麻疹）。通过呼吸道中毒时，可给大量甜茶或咖啡饮料、阿司匹林、氨基吡啉。吞入粉尘中毒时，可用鞣酸溶液、蛋白水反复洗胃，服用温牛奶、黏液饮料（大麦米汤）。空气中最高容许浓度为$1mg/m^3$。操作时使用防护用品。要防止粉尘形成和排放到车间空气中。

包装及贮运：试剂用玻璃瓶装，每瓶净重500g。其他用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋或铁桶包装，每袋或桶净重50kg。贮存于阴凉干燥的库房中。勿与无机浓酸、烧碱共贮混运。运输过程中要防雨淋、防日晒、避光，密封保存。

【生产单位】 西安化学试剂厂，上海贵诺化工有限公司，济南湘蒙阻燃材料有限公司。

At006 五氧化二锑溶胶

【英文名】 antimony pentoxide sol

【结构式】 $Sb_2O_5 \cdot nH_2O$

【物化性质】 无臭、无味、无毒。黏度9.3mPa·s，相对密度1.66，pH 5.78，粒子直径20～50μm。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
五氧化二锑(Sb_2O_5)/%	≥	41.2
氧化钠(Na_2O)/%	≤	2.33
氯化物(以Cl^-计)/%	≤	0.054
相对密度		1.616～1.89
黏度/mPa·s	≥	9.3
pH值	≥	5.78
粒子形状		球状
粒径/μm		20～50
稳定性		50℃下保存1个月无变化

【用途】 可作为化纤织物、塑料、纸张、橡胶和覆铜箔层压板的高效阻燃增效剂。本品为通用型添加型阻燃剂，常与有机氯、溴型阻燃剂配合使用，协同效应良好。用作聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚酯等塑料的阻燃。本品水溶胶能均匀而稳定地分散于纺织浆液中，且能以极细微的颗粒分散于纤维内部，适宜于纺制阻燃纤维。也可用于织物的阻燃整理，用其处理的织物耐洗、牢度高，且不影响织物的色泽，手感柔软，

效果较佳。还用作锑盐原料玻璃脱色剂、搪瓷及漆用颜料、媒染剂等，并用于制药及醇类分离。用于制造锑酸盐、锑化合物及制药工业。

【制法】 制法有三氧化锑过氧化氢法、锑酸钾（钠）离子交换法及锑酸钾（钠）凝胶溶胶法。

锑酸钾（钠）凝胶溶胶法：在锑酸钠中添加水，搅拌分散，浓度为0.3g/mL，并在搅拌下添加35%的盐酸，加热至40℃，反应4h，生成五氧化锑凝胶料浆。经过滤分离，纯水洗涤，在得到的五氧化锑滤饼中加入纯水，再加入三乙醇胺，加热至75℃进行解胶5h，制得五氧化二锑溶胶产品。

【安全性】 用聚乙烯塑料桶包装，每桶净重25kg。应贮存于阴凉、通风、干燥的库房中。容器必须密封，不得与食用原料共贮混运，运输中要防雨淋和烈日曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破裂。如有破漏用水冲洗，冲洗水应排入废水系统。毒害品，危规编号：GB 6.1类61506。UN No.1549；IMDG CODE 6070页，6.1类。

【生产单位】 长沙东方锑化工公司，益阳市华昌锑业有限公司，深圳市曙华盈科化工有限公司。

At007 三氧化二砷

【别名】 砒霜；无水砷酸；砒；白砒；亚砷酸酐；信石；信精

【英文名】 arsenic trioxide；arsenous anhydride；white arsenic

【结构式】 As_2O_3

【分子量】 197.84

【物化性质】 无臭，白色粉末或结晶。有三种晶形：单斜晶体相对密度4.15，193℃升华；立方晶体相对密度3.865；无定形体相对密度3.738，熔点312.3℃。微溶于水生成亚砷酸。单斜晶体和立方晶体溶于乙醇、酸类和碱类；无定形体溶于酸类和碱类，但不溶于乙醇。工业品因所含杂质不同，略呈红色、灰色或黄色。三氧化二砷是一种两性氧化物，但酸性超过碱性。溶于碱性溶液中会产生亚砷酸盐。它较难溶于酸中，但又会溶于盐酸中，生成三氯化砷或其他砷化合物。三氧化二砷会和氧化剂（例如臭氧、过氧化氢及硝酸）起化学反应生成五氧化二砷（As_2O_5）。它可以被还原为砷，也可以被还原生成砷化氢（AsH_3）。A级无机剧毒物品！

【质量标准】 有色金属行业标准YS/T 99—1997

牌号			As_2O_3-1	As_2O_3-2	As_2O_3-3
化学成分/%	As_2O_3 ≥		99.5	98.0	95.0
	杂质 ≤	Cu	0.005	—	—
		Zn	0.001	—	—
		Fe	0.002	—	—
		Pb	0.001	—	—
		Bi	0.001	—	—
		总和	0.5	2.0	5.0

【用途】 用于提炼元素砷，是冶炼砷合金和制造半导体的原料。玻璃工业用作澄清剂和脱色剂，以增强玻璃制品透光性。农业上用作防治病虫害的消毒剂和除锈剂，也用作其他含砷杀虫农药的原料。用于涂料和染料的制造。可作化学试剂，还用于气体脱硫、木材防腐、锅炉防垢以及陶瓷和搪瓷等方面。用作分析试剂，如作基准试剂、还原剂，氯气吸收剂。还用于亚砷酸盐的制备，用作防腐剂。用于玻璃、搪

瓷、颜料工业和制备药物、杀虫剂、皮革保存剂等。

【制法】

（1）直接法（氧化焙烧法） 将雄黄或雌黄矿石经破碎至粒径小于3mm后，送入焙烧炉中，通入空气于550℃左右进行氧化焙烧，生成的含砒尘的炉气经除尘、冷凝、重力沉降，在220～250℃下冷却结晶，再经电除尘，所得固体三氧化二砷经分级、风选，即得三氧化二砷成品。其反应式如下：

$$As_4S_4+7O_2 \longrightarrow 2As_2O_3+4SO_2$$

$$2As_2S_3+9O_2 \longrightarrow 2As_2O_3+6SO_2$$

（2）副产回收法 在工业上由可回收砷的矿石经破碎，进行氧化焙烧，生成的气体经除尘、冷却、捕集，制得三氧化二砷。

【安全性】

毒性及防护：致癌！致死量（经口入）60mg。慢性中毒能造成胃肠功能紊乱，导致周期性结肠炎、慢性肝炎，重者可肝硬变。对黏膜、皮肤、神经系统、肾和心脏有损害。粉尘中毒时，首先看到黏膜、眼和皮肤的改变。急性经口中毒时，采用催吐、洗胃、静脉注射葡萄糖溶液措施。皮肤疾患可用抗坏血酸和静脉注射硫代硫酸钠等。最高容许浓度为$0.3mg/m^3$。操作时要戴防毒口罩，佩戴防护眼镜，穿防尘工作服和贴身内衣，戴橡皮、塑料或结实布做的手套，严格遵守个人卫生措施。

包装及贮运：用内衬两层坚实纸袋或聚乙烯塑料袋的木箱包装，箱外捆铁丝或铁皮，每箱净重50kg。包装上应有明显的“剧毒品”标志。属无机剧毒品，危规编号：GB 6.1类61007。剧毒A1204。UN No.1561；IMDG CODE 6078页，6.1类。应贮存在通风、干燥的库房中。容器必须密封，与食用原料隔离贮存，防止漏撒和受潮，要加强管理。搬运人员在工作完毕后应立即更衣，并用清水洗手，以免误入口中。失火时，可用水、砂土扑救。

【生产单位】 衡阳市凤凰化学工业厂，云南省文山金驰砒霜有限公司，云南锡业公司，甘肃宏港化工有限公司。

At008 三氧化二铋

【别名】 氧化铋

【英文名】 bismuth trioxide

【结构式】 Bi_2O_3

【分子量】 465.96

【物化性质】 三氧化二铋纯品有α型和β型。α型为黄色单斜晶系结晶，相对密度8.9，熔点820℃，沸点1900℃，溶于酸，不溶于水和碱。β型为亮黄色至橙色，正方晶系，相对密度8.55，熔点860℃，溶于酸，不溶于水。容易被氢气、烃类等还原为金属铋。

【用途】 在釉药、催化剂、橡胶配合剂、医药、红色玻璃配合剂等方面使用。

【制法】 向硝酸铋溶液（80～90℃）中滴加不含二氧化碳的氢氧化钠水溶液，使其混合。溶液在沉淀过程中保持碱性，生成白色、体积膨胀的氧化铋水合物［$Bi(OH)_3$］沉淀，将此溶液加热，短时搅拌就脱水变为黄色三氧化二铋。经水倾析洗涤、过滤、干燥，制得氧化铋成品。

【安全性】 用铁桶包装，每桶净重25kg。贮存于阴凉、通风、干燥的库房中。

【生产单位】 重庆华南无机盐工业有限公司，天津市风船化学试剂科技有限公司，浙江黄岩无机化学厂。

At009 氧化镉

【英文名】 cadmium oxide

【结构式】 CdO

【分子量】 128.41

【物化性质】 常温时为棕红色至棕黑色无

定形粉末或立方晶系微细结晶。相对密度：无定形者 6.95，立方晶系者 8.15。熔点＞1500℃。沸点：无定形者 900～1000℃（分解）；立方晶系者 1559℃（升华）。可溶于酸，生成 $[Cd(H_2O)_6]^{2+}$；也可溶于碱，生成 $[Cd(OH)_4]^{2-}$，几乎不溶于水。在空气中因与二氧化碳反应生成碳酸镉，颜色逐渐变白，在氧气中长时间加热呈暗红色。300℃时能被氢还原成金属镉，在氯气流中加热形成氯化镉。A 级无机剧毒物品！

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
氧化镉(CdO)/%	70～98
氧化锌(ZnO)/%	1.0～1.5
细度	通过 120 目

【用途】 无机工业用于制取各种镉盐。有机合成中用于制造催化剂。电镀工业用于配置镀铜的电镀液。电池工业用于制造蓄电池的电极。颜料工业用于制造镉颜料，应用于油漆、玻璃、搪瓷和陶器釉药中。冶金工业用于制造各种合金，如硬钢合金、印刷合金等。用于镉电镀液、制镉电极、光电管、γ 射线照相、陶瓷釉彩颜料、冶金工业的合金制造以及用作制镉盐和镉试剂的原料、催化剂。

【制法】 金属镉氧化法：将含镉下脚料加入水和硫酸中，进行搅拌、反应，生成硫酸镉。将所得粗制溶液控制在浓度为 20～25℃，pH 值为 2～4。粗制溶液经压滤后，滤液送至氧化槽中，在 80～90℃下加入过氧化氢或高锰酸钾以氧化除铁(pH 值保持在 5.4)。氧化后的溶液在 70～80℃下，用锌皮置换硫酸镉，使镉以海绵形态自动浮出。分离出海绵镉经水洗、酸洗除锌，再经反复水洗后进行过滤。当所得海绵镉的表面水分完全除去后，加入到氧化炉内，在 300～400℃下进行氧化，经粉碎、筛分制得氧化镉产品。其反应式如下：

$$CdO+H_2SO_4 \longrightarrow CdSO_4+H_2O$$

$$CdSO_4+Zn \longrightarrow ZnSO_4+Cd$$

$$2Cd+O_2 \longrightarrow 2CdO$$

【安全性】

毒性及防护：粉尘或烟尘引起急性中毒时，会出现前额部疼痛、眩晕、无力、恶心、上腹部痛，并引起气管炎、支气管炎、肺水肿、胸痛、关节痛、心脏扩大、肝肿大、呕血及血性腹泻。重者由于肺水肿或肺炎而引起死亡。慢性中毒会使嗅觉降低直至消失，引起镉鼻炎、牙颈部和齿龈变成金黄色（镉环）、头痛眩晕、食欲不振、胃痛恶心、呕吐、消瘦、尿蛋白、鼻出血、黏膜皲裂、慢性咽喉炎、肺气肿、进行性肺硬化、肝肾损害，并伴随有明显的神经衰弱及植物神经官能症，还能引起骨质疏松，重者造成劳动能力丧失。如有中毒发生应立即将中毒者移至新鲜空气处，尽量安静，保暖，呼吸道有病状时，应吸入湿热的 2%碳酸氢钠溶液，给含苏打或碱性矿泉水的热牛奶。并针对各种症状进行药物治疗。最高容许浓度 $0.1mg/m^3$。要防止细分散的粉尘在车间空气中燃烧。生产和使用镉及其化合物的工人要定期进行身体检查。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的麻袋或编织袋包装，每袋净重 40kg、25kg。或用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶重 10kg。贮存于阴凉、通风、干燥的库房中，包装要求完整。不可与强酸、强碱及食用原料共贮混运。运输时应注意防雨淋、防晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。属毒害品，危规编号：参照 GB 6.1 类 61520。剧毒 GB 58—93A1036。失火时，可用水、砂土、各种灭火器扑救。

【生产单位】 上海京华化工厂，天津市东丽区东大化工厂，北京双环伟业试剂有限公司。

At010 氧化钙

【别名】 石灰

【英文名】 calcium oxide; lime; quick-lime

【结构式】 CaO

【分子量】 56.08

【物化性质】 白色立方晶系粉末。工业品中常因含有氧化镁、氧化铝和三氧化二铁等杂质而呈暗灰色、淡黄色或褐色。相对密度 3.25～3.38，熔点 2614℃，沸点 2850℃，溶于酸。在空气中放置，可吸收空气中的水分和二氧化碳，生成氢氧化钙和碳酸钙。与水作用（称消化）生成氢氧化钙并放出热量（生成物呈强碱性）。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 4205—2011

项　目		指　标			
		Ⅰ类	Ⅱ类	Ⅲ类	Ⅳ类
氧化钙(CaO)/%	≥	92.0	82.0	90.0	85.0
氧化镁(MgO)/%	≤	1.5	1.6	—	—
盐酸不溶物/%	≤	1.0	1.8	0.5	—
氧化物/%	≤	—	1.8	—	—
铁(Fe)/%	≤	0.1	—	—	—
硫(S)/%	≤	—	0.18	—	—
磷(P)/%	≤	—	0.02	—	—
二氧化硅(SiO_2)/%	≤	—	1.2	—	—
灼烧减量/%	≤	4.0	—	4.0	—
细度(0.038mm 试验筛筛余物)/%	≤	—	—	2.0	用户协商
(0.045mm 试验筛筛余物)/%	≤	5.0	—	—	
(0.075mm 试验筛筛余物)/%	≤	1.0	—	—	
生烧过烧/%	≤	—	6.0	—	—

【用途】 可作填充剂，如用作环氧胶黏剂的填充剂。用作分析试剂，气体分析时用作二氧化碳吸收剂、光谱分析试剂，高纯试剂用于半导体生产中的外延、扩散工序。用作干燥剂，如实验室氨气的干燥及醇类脱水等。用作原料，可制造电石、纯碱、漂白粉等，也用于制革、废水净化、氢氧化钙及各种钙化合物。可用作建筑材料、冶金助熔剂、水泥速凝剂、荧光粉的助熔剂。用作植物油脱色剂、药物载体、土壤改良剂和钙肥。还可用于耐火材料。可配制农机 1 号、2 号胶和水下环氧胶黏剂，还用作与 2402 树脂预反应的反应剂。用于酸性废水处理及污泥调质。还可用作锅炉停用保护剂，利用石灰的吸湿能力，使锅炉水汽系统的金属表面保持干燥，防止腐蚀，适用于低压、中压、小容量汽包锅炉的长期停用保护。

【制法】 石灰石煅烧法：将石灰石粗碎至 150mm，并筛除 30～50mm 以下的细渣。无烟煤或焦炭要求粒度在 50mm 以下，其中所含低熔点灰分不宜过多，其无烟煤或焦炭的加入量为石灰石的 7.5%～8.5%（质量分数）。将经筛选的石灰石及燃料定时、定量由窑顶加入窑内，于 900～1200℃煅烧，再经冷却即得成品。在煅烧工序副产二氧化碳。其反应式如下：

$$CaCO_3 \xrightarrow{\triangle} CaO + CO_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：能刺激黏膜，引起喷嚏，特别是能使脂肪皂化，由皮肤吸收水分、溶解蛋白质、刺激及腐蚀组织。

对眼黏膜作用强烈，能使口腔和鼻黏膜出现浅表的溃疡，有时可出现鼻中隔穿孔、深呼吸道患病。吸入石灰粉尘可能引起肺炎。如吸入粉尘，可吸入水蒸气(预先可把一些柠檬酸结晶加到水中)，在胸廓处涂芥末膏。如落入眼睛，可将眼张大，立即用流水冲洗10～30min，然后用5%氯化铵溶液冲洗。当皮肤烧伤时可用含5%柠檬酸、酒石酸、醋酸或盐溶液洗剂的矿物油或植物油将粘在皮肤上的石灰残渣除去。美国规定最高容许浓度为$5mg/m^3$。

操作时要注意保护呼吸器官，使用防尘纤维制作的工作服、手套，密闭的防尘眼镜。涂含油脂的软膏，工作后要清洗。在制备和使用时要防止吸入粉尘。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋包装，每袋净重50kg。属无机碱性腐蚀物品。危规编号：95006。应贮存于阴凉、通风、干燥的库房中。包装要密封，防潮湿，防雨淋，避免与酸类接触。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用砂土、各种灭火器扑救。

【生产单位】 上海碳酸钙厂，上海吴淞化工总厂电石厂，常州碳酸钙有限公司，江苏邗江化工总厂。

At011 药用氧化钙

【英文名】 calcium oxide for pharmaceutical

【结构式】 CaO

【分子量】 56.08

【物化性质】 参见氧化钙。

【质量标准】 参考标准

指标名称		药用级
药用级氧化钙(CaO)/%	≥	98
细度(100目)		全部通过
灼烧减量/%	≤	5

【用途】 用于药物载体。

【制法】 碳酸钙煅烧法：先将碳酸钙与盐酸反应生成氯化钙，再加入氨水进行中和，静置沉淀，过滤，再加入碳酸氢钠反应生成碳酸钙沉淀，经离心分离脱水，干燥后，进行煅烧，经粉碎，筛选，制得药用氧化钙成品。其反应式如下：

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

$$CaCl_2 + 2(NH_3 \cdot H_2O) \longrightarrow Ca(OH)_2 + 2NH_4Cl$$

$$Ca(OH)_2 + NaHCO_3 \longrightarrow CaCO_3 + NaOH + H_2O$$

$$CaCO_3 \xrightarrow{\triangle} CaO + CO_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：参见氧化钙。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重8kg或10kg。贮运参见氧化钙。

【生产单位】 上海碳酸钙厂，建德市天石碳酸钙有限责任公司，河北华博·博达集团公司。

At012 三氧化二钴

【别名】 氧化高钴；黑色氧化钴

【英文名】 cobaltic oxide; black cobalt oxide; cobalt sesquioxide; cobalt tetraoxide; cobalt black

【结构式】 Co_2O_3

【分子量】 165.86

【物化性质】 黑灰色六方晶系或斜方晶系粉末，相对密度5.18。不溶于水、乙醇，溶于热盐酸和热稀硫酸并分别放出氯和氧。125℃下可被氢还原成四氧化三钴，200℃时被还原成氧化亚钴，250℃时被还原成金属钴。熔点895℃(分解)。

【质量标准】 有色金属行业标准 YS/T 256—2009

1. 三氧化二钴的分类、级别和牌号按表1规定

表 1　三氧化二钴的分类

类别	级别	牌号	用途举例
Y	零级 一级 二级	Co_2O_3-Y0 Co_2O_3-Y1 Co_2O_3-Y2	主要用于石质合金及磁性材料等工业部门
T	零级 一级 二级	Co_2O_3・CoO-T0 Co_2O_3・CoO-T1 Co_2O_3・CoO-T2	主要用于搪瓷釉料、颜料及其他用途

2. 各牌号氧化钴的化学成分应符合表 2 规定

表 2　各牌号氧化钴的化学成分

指标项目 \ 牌号			Co_2O_3-Y0	Co_2O_3-Y1	Co_2O_3-Y2	Co_2O_3・CoO-T0	Co_2O_3・CoO-T1	Co_2O_3・CoO-T2
指标/%	Co ⩾		70.0	70.0	70.0	72.0	72.0	70.0
	杂质含量⩽	Ni	0.05	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3
		Fe	0.01	0.04	0.05	0.2	0.3	0.4
		Ca	0.008	0.010	0.018	—	—	—
		Na	0.004	0.008	0.015	—	—	—
		Mn	0.008	0.010	0.015	0.04	0.05	0.05
		Cu	0.008	0.01	0.05	0.04	0.1	0.2
		Mg	0.01	0.02	0.03	—	—	—
		Zn	0.005	0.005	0.01	0.01	0.05	0.10
		Si	0.01	0.02	0.03	—	—	—
		Pb	0.002	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006
		Cd	—	—	—	0.003	0.005	0.006
		As	0.005	0.01	0.01	0.003	0.005	0.005
		S	0.01	0.01	0.05	—	—	—

【用途】 用于颜料、釉料及磁性材料，还可用于制取钴和不含镍的钴盐，也用作氧化剂和催化剂等。

【制法】 碳酸钴灼烧法：以碳酸钴为原料，将其置于电炉中，在隔绝空气或稍带还原气氛条件下，在 350～370℃灼烧 4～5h，制得三氧化二钴。其反应式如下：

$$2CoCO_3 \xrightarrow{\triangle} Co_2O_3 + CO\uparrow + CO_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：吸入后会引起急性中毒，出现支气管哮喘，最高容许浓度为 0.5mg/m³。操作中要戴防毒口罩，防止气溶胶损伤呼吸器官，要穿防尘工作服，戴防护手套。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋或内衬塑料袋的铁桶包装，每袋（桶）净重 15kg、10kg。应贮存于通风干燥处，密封保存，防止受潮雨淋。勿与酸类物质接触。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土、各种灭火器扑救。

【生产单位】 慈溪市华峰化工厂，天津市风船化学试剂科技有限公司，西安化学试剂厂。

At013 氧化钴

【别名】 氧化亚钴；一氧化钴；氧化钴（Ⅱ）；一氧化钴；C. I. 颜料黑 13

【英文名】 cobaltous oxide
【结构式】 CoO
【分子量】 74.93
【物化性质】 由于制法和纯度的不同而呈现灰绿色、褐色、粉红色、暗灰色。相对密度 6.45，熔点 (1795±20)℃。溶于酸，不溶于水、醇、氨水，易被一氧化碳还原成金属钴。高温时易与二氧化硅、氧化铝或氧化锌反应生成多种颜料。
【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
钴(Co)/%	≥	72
铁(Fe)/%	≤	0.07
镍(Ni)/%	≤	1.0
硫酸根(SO_4^{2-})/%	≤	0.05
碱及碱土金属/%	≤	1.0
铜(Cu)/%	≤	0.3
细度(100 目筛余物)/%	≤	1

【用途】 主要用作玻璃、搪瓷、陶瓷、磁性材料等的密着剂，天蓝色、钴蓝色、钴绿色等色彩的着色剂，催化剂，家畜营养剂，也用于钴盐的制备。
【制法】
(1) 金属钴法　将金属钴加入盐酸中，视溶解情况适当地加入硝酸，加热至 80℃进行反应，在生成的氯化钴溶液中加入双氧水净化除铁，沉淀、过滤后，加入碳酸钠进行置换反应生成碳酸钴，经洗涤、离心分离，把净制的碳酸钴经灼烧、过筛制得氧化钴。其反应式如下：

$$Co+2HCl \longrightarrow CoCl_2+H_2\uparrow$$
$$CoCl_2+NaCO_3 \longrightarrow CoCO_3\downarrow+2NaCl$$
$$CoCO_3 \xrightarrow{\triangle} CoO+CO_2\uparrow$$

(2) 废料回收法　工艺与上述金属钴法基本相同，只是增加了用碳酸钠、烧碱除铁和用次氯酸钠除镍等除杂质工序。工艺流程参见金属钴法。

【安全性】
毒性及防护：吸入氧化钴粉尘会引起急性中毒，出现支气管哮喘。空气中最高容许浓度为 0.5mg/m³。操作中要戴防毒口罩，防止气溶胶损伤呼吸器官。要穿防尘工作服，戴防护手套。
包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶或木桶包装，每桶净重 10kg、30kg、50kg。贮存于通风干燥处，要防止受潮雨淋，避免散包，包装密封保存。勿与酸类物质接触。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时可用水、砂土、各种灭火器扑救。
【生产单位】 上海勤工无机盐有限公司，淄博伟杰稀土有限公司，滨海宇光化工有限公司。

At014 氧化铜

【英文名】 cupric oxide；copper (Ⅱ) oxide
【结构式】 CuO
【分子量】 79.55
【物化性质】 黑色单斜晶系结晶或黑到棕黑色无定形结晶性粉末。相对密度 6.3～6.49，熔点 1326℃。不溶于水和醇，溶于稀酸、氯化铵、氰化钾溶液，氨溶液中缓慢溶解，能与强碱反应。高温下通入氢气或一氧化碳可还原为金属铜。
【质量标准】 国家标准 GB/T 26046—2010

名　　称		CuO990	CuO985	CuO980
氧化铜(CuO)/%	≥	99.0	98.5	98.0
盐酸不溶物/%	≤	0.05	0.10	0.15
氯化物(Cl)/%	≤	0.005	0.010	0.015
硫化合物(以 SO_4^{2-} 计)/%	≤	0.01	0.05	0.1
铁(Fe)/%	≤	0.01	0.04	0.1
总氮量(N)/%	≤	0.005	—	—
水溶物/%	≤	0.01	0.05	0.1

【用途】 用作玻璃、搪瓷、陶瓷工业的着

色剂，油漆的防皱剂，光学玻璃的磨光剂。用于制造染料、有机催化剂载体以及铜化合物。还用于人造丝制造工业及作油脂的脱硫剂。用作其他铜盐制造的原料，也是制人造宝石的原料。

【制法】 铜粉氧化法：以铜灰、铜渣为原料，经焙烧，用煤气加热进行初步氧化，以除去原料中的水分和有机杂质。生成的初级氧化物自然冷却，粉碎后，进行二次氧化，得到粗品氧化铜。粗品氧化铜加入预先装好 1∶1 硫酸的反应器中，在加热搅拌下反应至液体相对密度为原来的 1 倍，pH 值为 2～3 时即为反应终点，生成硫酸铜溶液，静置澄清后，在加热及搅拌的条件下，加入铁刨花，置换出铜，然后用热水洗涤至无硫酸根和铁质。经离心分离、干燥，在 450℃下氧化焙烧 8h，冷却后，粉碎至 100 目，再在氧化炉中氧化，制得氧化铜粉末。其反应式如下：

$$4Cu+O_2 \longrightarrow 2Cu_2O$$

$$Cu_2O+1/2O_2 \longrightarrow 2CuO$$

$$CuO+H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4+H_2O$$

$$CuSO_4+Fe \longrightarrow FeSO_4+Cu\downarrow$$

$$2Cu+O_2 \longrightarrow 2CuO$$

【安全性】

毒性及防护：参见氧化亚铜。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的木桶或铁桶包装，每桶净重 50kg。贮存于干燥的库房内，应防止受潮，与强酸及食用原料隔离存放。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时，可用水、砂土、各种灭火器扑救。

【生产单位】 沈阳市化工六厂，上海勤工无机盐有限公司，滨海宇光化工有限公司。

At015 氧化亚铜

【别名】 赤色氧化铜；红色氧化铜；一氧化二铜

【英文名】 cuprous oxide；copper oxide，red；copper（Ⅰ）oxide

【结构式】 Cu_2O

【分子量】 143.09

【物化性质】 红色或暗红色八面立方晶系结晶性粉末。相对密度 6.0，熔点 1235℃，在 1800℃失去氧。不溶于水和醇，溶于盐酸、氯化铵、氨水，微溶于硝酸。溶于盐酸生成白色氯化亚铜结晶粉末，遇稀硫酸和稀硝酸生成铜盐。在空气中会迅速变蓝，能溶于浓碱、三氯化铁等溶液中。在湿空气中逐渐氧化成黑色氧化铜。剧毒！

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2961—2010

项目		指标		
		优等品	一等品	合格品
总还原率(以 Cu_2O 计)/%	≥	98.0	97.0	—
金属铜(Cu)含量/%	≤	1.0	2.0	3.0
氧化亚铜(以 Cu_2O 计)含量/%	≥	97.0	96.0	95.0
总铜(Cu)含量/%	≥	87.0	86.0	—
氯化物(以 Cl^- 计)含量/%	≤	0.5	0.5	—
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)含量/%	≤	0.5	0.5	—
水分/%	≤	0.5	0.5	0.5
丙酮溶解物含量/%	≤	0.5	—	—
稳定性试验后还原率减少量/%	≤	2.0	2.0	—

续表

项目		指标	
	优等品	一等品	合格品
筛余物(45μm)/%　　≤	0.3	0.5	1.0
75μm 筛上硝酸不溶物/%　　≤	0.1	—	—
非金属含量/%　　≤	0.5	—	—

【用途】 用于制造船底防污漆（用来杀死低级海生动物）、杀虫剂，以及各种铜盐、分析试剂、红色玻璃。还用于电器工业中的整流电镀，也用作陶瓷和搪瓷的着色剂。

【制法】

（1）葡萄糖还原法　将硫酸铜溶液与葡萄糖混合后加入氢氧化钠溶液进行反应，生成氧化亚铜，经过滤、漂洗、烘干粉碎，制得氧化亚铜产品。

$$CuSO_4+2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4+Cu(OH)_2\downarrow$$

$$2Cu(OH)_2+CH_2OH(CHOH)_4CHO \longrightarrow Cu_2O\downarrow+2H_2O+CH_2OH(CHOH)_4COOH$$

（2）电解法　在铁制壳体内衬聚氯乙烯的电解槽中，以浇铸铜板作阳极，紫铜板作阴极，用铬酸钾作添加剂，食盐溶液作电解液，其中含氯化钠为290～310g/L、铬酸钾为0.3～0.5g/L，在温度70～90℃、pH 8～12、电流密度1500A/m^2的条件下进行电解，生成氧化亚铜，经沉淀分离、漂洗、过滤、干燥，制得氧化亚铜。其反应式如下：

阴极反应：$2H^++2e \longrightarrow H_2\uparrow$

阳极反应：$Cu^--2e \longrightarrow Cu^+$

$$2Cu^++2Cl^- \longrightarrow Cu_2Cl_2$$

$$Cu_2Cl_2+2NaOH \longrightarrow Cu_2O\downarrow+H_2O+2NaCl$$

【安全性】

毒性及防护：本品粉尘在空气中含量达到0.22～14mg/m^3时，工作1～2h后会引起急性中毒，表现为头痛、无力、咽和结膜发红、恶心、肌肉痛、有时呕吐和腹泻、疲乏、体温升高。一天以后体温可恢复正常，但仍无力，头痛、眩晕、脉数加快、淋巴细胞增多。慢性中毒表现为：接触铜化合物的工人的局部皮肤、头发及眼结膜有时变成浅黄绿色或黑绿色，齿龈上有暗红色或绛红色边。对皮肤有刺激作用，粉尘刺激眼睛，并引起角膜溃疡。对急性中毒者采用一定浓度的$K_4[Fe(CN)_6]$溶液洗胃、服牛奶等措施，空气中最高容许浓度为0.1mg/m^3。可戴口罩、防尘眼镜，穿防护工作服，工作后要洗淋浴。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重25kg或50kg，应有“剧毒”标志。属毒害品，危规编号：参照GB 6.1类61519。UN No.2765、3010、2766；IMDE CODE 6221页、3270页、6220页、6219页，6.1类。贮存于干燥、通风良好的库房内，不得与氧化剂混放。容器必须密封，防止与空气接触变成氧化铜而降低使用价值。不可与强酸、强碱及食用物品共贮混运，装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。失火时可用水、砂土、各种灭火器扑救。

【生产单位】 上海勤工无机盐有限公司，天津市风船化学试剂科技有限公司，江苏泰禾金属有限公司。

At016 氧化锗

【英文名】 germanium dioxide

【结构式】 GeO_2

【分子量】 104.59

【物化性质】 白色粉末，六方晶系、四方晶系或无定形固体。六方晶系：相对密度4.228，熔点（1115±4）℃。四方晶系：相对密度6.239，熔点（1086±

5)℃。不溶于水、盐酸，溶于碱溶液生成锗酸盐。

【质量标准】 国家标准 GB/T 11069—2006

指标项目			GeO₂-06	GeO₂-05
指标/%	GeO_2/% ≥		99.9999	99.999
	杂质含量 ≤	As	1.0×10^{-5}	5.0×10^{-5}
		Fe	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-4}
		Cu	1.0×10^{-6}	2.0×10^{-5}
		Ni	2.0×10^{-6}	2.0×10^{-5}
		Pb	2.0×10^{-6}	1.0×10^{-5}
		Ca	1.5×10^{-5}	—
		Mg	1.0×10^{-5}	—
		Si	2.0×10^{-5}	—
		Co	2.0×10^{-6}	2.0×10^{-5}
		In	1.0×10^{-6}	—
		Zn	1.5×10^{-5}	—
		Al	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-4}
		总含量	1.0×10^{-4}	1.0×10^{-3}

【用途】 用于制金属锗，也用作光谱分析及半导体材料。

【制法】 四氯化锗水解法：在四氯化锗中加入6.5倍体积的蒸馏水，搅拌后放置一昼夜，生成二氧化锗沉淀，用冷水洗涤至洗液不含 Cl^-。于200℃干燥得到二氧化锗产品。其反应式如下：

$$GeCl_4 + 2H_2O \longrightarrow GeO_2 + 4HCl$$

【安全性】

毒性及防护：干燥的氧化锗对皮肤无刺激作用，但对结膜有刺激作用。空气中最高容许浓度为 $2mg/m^3$。操作中要防止锗和氧化锗的气溶胶对呼吸器官和皮肤的作用。注意佩戴劳保用品。

包装及贮运：用玻璃瓶包装，每瓶净重25kg。应贮存在通风、干燥的库房中。包装应密封、防潮，勿与碱类、酸类接触。装卸时要轻拿轻放，防止玻璃瓶破裂。失火时，可用水、砂土、各种灭火器扑救。

【生产单位】 上海京华化工厂，上海冶炼厂。

At017 氧化铁黑

【别名】 铁黑；铁氧黑；C.I.颜料黑11

【英文名】 iron oxide，black

【结构式】 Fe_3O_4

【分子量】 231.54

【物化性质】 黑色或黑红色粉末，是氧化亚铁和三氧化二铁加成物。相对密度为5.18，熔点为1594℃。不溶于水、醇，溶于浓酸、热强酸。具有磁性，着色力和遮盖力都很高，耐光、耐大气性好，无水渗性和油渗性。在一般有机溶剂中很稳定，耐碱性良好。耐热至100℃，高温受热易被氧化，变成红色氧化铁。在200～300℃灼烧时形成γ型三氧化二铁。

【质量标准】 化工行业推荐 HG/T 2250—91

指标名称	指标	
	一级品	二级品
铁含量[以 Fe_3O_4（105℃烘干）表示]/% ≥	95	90

续表

指标名称	指标	
	一级品	二级品
105℃挥发物/% ⩽	1.0	2
水溶物/% ⩽	0.5	1
筛余物(45μm 筛孔)/% ⩽	0.4	1
水萃取液酸碱度/mL ⩽	20	20
水悬浮液 pH 值	5～8	5～8
吸油量/(g/100g)	15～25	15～25
钙量(以 CaO 表示)/% ⩽	0.3	0.3
颜色[①,②](与标准样比)	近似～微	稍
相对着色力[①](与标准样比)/% ⩾	100	90
有机着色物的存在	阴性	阴性

①“颜色”、“相对着色力”的标准样品提供单位：十堰市氧化铁黄颜料厂。

②“颜色”项在色相相同时，试样比标准样品鲜艳，色差为“稍”级，可作为一级品。

【用途】 四氧化三铁是一种常用的磁性材料。特制的纯净四氧化三铁用来作录音磁带和电信器材的原材料，用于制造磁钢。天然的磁铁矿是炼铁的原料，用于制底漆和面漆，是生产铁催化剂的主要原料。硬度大，可以作磨料，已广泛应用于汽车制动领域，如刹车片、刹车蹄等。在焊接材料领域用于电焊条、焊丝。因其具有密度大、磁性强的特点，也广泛用于污水处理方面。还可作颜料和抛光剂。用于制作特殊电极，建筑业用于人造大理石及水泥地面着色。在机器制造业用于钢铁探伤，用作碱性干电池的阴极板，涂料工业用于制造防锈漆及其他底漆等。

【制法】 加合法：将铁屑与硫酸反应制得硫酸亚铁，再加入烧碱和三氧化二铁在95～105℃进行加合反应生成四氧化三铁，经过滤、烘干、粉碎，制得氧化铁黑。其反应式如下：

$$Fe + H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + H_2 \uparrow$$

$$FeSO_4 + 2NaOH \longrightarrow Fe(OH)_2 + Na_2SO_4$$

$$Fe(OH)_2 + Fe_2O_3 \longrightarrow Fe_3O_4 + H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见氧化铁棕。

包装及贮运：用多层牛皮纸袋包装，外套塑料编织袋，每袋净重 25kg。贮存于通风、干燥的库房中。包装应密封、防潮。避免高温，并与酸、碱物品隔离存放。按上述保管条件，未拆包产品有效贮存期为 3 年。

【生产单位】 上海环球氧化铁颜料有限公司，常熟铁红厂有限公司，上海一品国际颜料有限公司。

At018 药用氧化铁黑

【英文名】 iron oxide，black for pharmaceutical

【结构式】 Fe_3O_4

【分子量】 231.54

【物化性质】 黑色立方晶系粉末。其他参见氧化铁黑。

【质量标准】 参考标准——沪卫药准字第 2377 号（1981）

指标名称	指标
四氧化三铁含量(以 Fe_3O_4 计)/% ⩾	96
水溶物/mg ⩽	10
酸中不溶物/mg ⩽	20
干燥失量/% ⩽	1
砷盐/% ⩽	0.0005
铅盐/% ⩽	0.003
钡盐	无浑浊

【用途】 用于药片糖衣和胶囊等的着色。

【制法】 除工艺中增加除重金属及砷外，其他参见氧化铁黑。

【安全性】

毒性及防护：参见氧化铁棕。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的牛皮纸袋包装，每袋净重 25kg。贮运参见氧化铁黑。未拆包装产品有效贮存期为 1 年。

【生产单位】 上海环球氧化铁颜料有限公司，上海一品国际颜料有限公司。

At019 氧化铁棕

【别名】 铁棕；哈巴粉

【英文名】 iron oxide，brown

【结构式】 $(Fe_2O_3+FeO)\cdot nH_2O$

【物化性质】 棕色粉末。不溶于水、醇、醚，溶于热强酸。着色力和遮盖力很高，耐光性、耐碱性好，无水渗性和油渗性。色相随工艺的不同有黄棕、红棕、黑棕等。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指　　标		
		7601 氧化铁棕	7602 氧化铁棕	842 氧化铁棕(出口)
色光与标准样相比		近似	近似	
氧化铁(Fe_2O_3)(以干品计)/%	≥	85.0	90.0	80.0
水分/%	≤	1.0	1.0	1.0
水溶物/%	≤	0.5	0.5	1.0
筛余物(320 目湿筛)/%	≤	0.5	0.5	0.3
吸油量/%		25～35		30
水萃取 pH 值		5～7		

注：7601 带黄棕相；7602 带黑棕（深棕）相；842 带红棕相。

【用途】 用于涂料、油漆、油墨、塑料、建筑、橡胶、鞋粉等的着色。

【制法】

（1）硫酸亚铁氧化法：硫酸亚铁与纯碱反应，经水洗、过滤、干燥、粉碎、混配，制得氧化铁棕。其反应式如下：

$$FeSO_4+Na_2CO_3 \longrightarrow (Fe_2O_3+FeO)\cdot nH_2O+Na_2SO_4+CO_2\uparrow$$

（2）机械混合法：由氧化铁红、氧化铁黄、氧化铁黑经机械混合、拼混而成。

【安全性】

毒性及防护：吸入粉尘会引起尘肺。氧化铁气溶胶（烟尘）最大容许浓度为 $5mg/m^3$，应注意防尘。

包装及贮运：用多层牛皮纸袋包装，外套编织袋，每袋净重 25kg。贮存于通风、干燥的库房中，注意防潮、避免高温。勿与酸、碱物品混放。按上述保管条件，未拆包装的产品有效贮存期为 3 年。

【生产单位】 上海一品国际颜料有限公司。

At020 药用氧化铁棕

【英文名】 iron oxide，brown for pharmaceutical

【物化性质】 棕色粉末，无臭、无味。性质稳定，久曝晒颜色不变。无毒，对人体无副作用，剂量不限。

【质量标准】 参考标准——沪卫字第 2378 号（1981）

指标名称		指标
Fe_2O_3(灼烧至恒量,以干品计)/%	≥	98
水溶物/mg	≤	10
酸中不溶物/mg	≤	20
干燥失重/%	≤	1
砷盐/%	≤	0.0015
铅盐/%	≤	0.003
钡盐		无浑浊

【用途】 用于药片糖衣和胶囊等的着色。

【制法】 机械混合法：药用氧化铁红、药用氧化铁黑经机械混合、拼混制得药用氧化铁棕。

【安全性】

毒性及保护：参见氧化铁棕。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的牛皮纸袋或编织袋包装，每袋净重 25kg。贮运参见氧化铁棕。未拆包装的产品有效贮存期为 1 年。

【生产单位】 上海一品国际颜料有限公司。

At021 药用氧化铁紫

【英文名】 iron oxide, purple for pharmaceutical

【物化性质】 无味、无臭。性质稳定，颜色久曝不变。无毒，对人体无副作用，剂量不限。

【质量标准】 参考标准——沪卫药准字2378号（1981）

指标名称		指标
Fe_2O_3(灼烧至恒量，以干品计)/%	≥	98
水溶物/mg	≤	10
酸中不溶物/mg	≤	20
干燥失重/%	≤	3
砷盐/%	≤	0.0015
铅盐/%	≤	0.003
钡盐		无浑浊

【用途】 用于药片糖衣和胶囊着色等。

【制法】 机械混合法：药用氧化铁红和药用氧化铁黑经机械混合、拼混制得药用氧化铁紫。

【安全性】

毒性及保护：粉尘易引起尘肺，注意防尘。氧化铁气溶胶（烟尘）最高容许浓度为 $5mg/m^3$。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的牛皮纸袋或编织袋包装，每袋净重25kg。贮存于通风、干燥的库房中，应避免受潮。严禁与酸、碱物品接触。按上述保管条件，未拆包装产品有效贮存期为1年。

【生产单位】 上海一品国际颜料有限公司。

At022 氧化铁红

【英文名】 iron oxide, red

【结构式】 Fe_2O_3

【分子量】 159.69

【物化性质】 橙红至紫红色的三方晶系粉末。相对密度5.24，熔点1565℃（分解）。不溶于水，溶于盐酸、硫酸，微溶于硝酸和醇。灼烧时放出氧气，能被氢和一氧化碳还原成铁。分散性好，着色力及遮盖力强，无油渗性和水渗性。耐温、耐光、耐酸、耐碱。

【质量标准】

1. 国家标准 GB 1863—2008

指标名称		指标					
		HO-01-04		HO-01-02		HO-01-05	
		一级品	合格品	一级品	合格品	一级品	合格品
铁含量(以 Fe_2O_3 计，105℃烘干)/%	≥	95	90	94	90	75	67
105℃挥发物/%	≤	1.0	1.5	1.0	1.5	1.0	1.5
水溶物/%	≤	0.3	0.5	0.3	0.5	1.0	2.0
水溶性氯化物及硫酸盐(以 Cl^- 和 SO_4^{2-} 计)/%	≤	0.2	0.3	0.2	0.3	0.7	1.4
筛余物(63μm网眼)/%	≤	0.3	0.5	0.3	0.5	0.2	0.5
颜色(与标准样比)		近似～微	稍	近似～微	稍	近似～微	稍
相对着色力(与标准样比)/%	≥	95	90	95	90	95	90
水萃取液酸碱度/mL	≤	20		20		20	
水悬浮液pH值		5～7		5～7		5～7	
吸油量/(g/100g)		15～25		15～25		15～25	
铬酸铅		阴性		阴性		阴性	
总钙量(以CaO计)/%	≤	0.3		0.3		1.0	
有机着色物的存在		阴性		阴性		阴性	

注：1. “颜色”、“相对着色力”的标样：HO-01-04 常熟铁红厂；HO-01-02 武汉市氧化铁厂；HO-01-05 山东淄博钴厂。

2. “颜色”项在同一色相内，颜色鲜艳比标准好，色差为“稍”级，应可作为一级品。

2. 美国标准 ASTM D3721—83

指标名称		指标
三氧化二铁/%	⩾	93.0
水分及其他挥发物/%	⩽	1.0
有机着色物		无
酸盐(以 SO_4^{2-} 计)/%	⩽	2.0
细度(325 目筛余物)/%	⩽	1.0
水溶物/%	⩽	0.2
pH 值	⩾	5

【用途】 是无机颜料，在涂料工业中用作防锈颜料。也用作橡胶、人造大理石、地面水磨石的着色剂，塑料、石棉、人造革、皮革揩光浆等的着色剂和填充剂，精密仪器、光学玻璃的抛光剂及制造磁性材料铁氧体元件的原料等。

【制法】 制备方法有湿法和干法。湿法制品结晶细小、颗粒柔软、较易研磨，适宜作颜料。干法制品结晶大、颗粒坚硬，适宜作磁性材料、抛光研磨材料。

（1）湿法 将一定量的 5%硫酸亚铁溶液迅速与过量烧碱溶液反应（要求碱过量 0.04～0.08g/mL），在常温下通入空气使之全部变成红棕色的氢氧化铁胶体溶液，作为沉积氧化铁的晶核。以上述晶核为载体，以硫酸亚铁为介质，通入空气，于 75～85℃，在金属铁存在的条件下，硫酸亚铁与空气中的氧作用，生成三氧化二铁（即铁红）沉积在晶核上，溶液中的硫酸根又与金属铁作用，重新生成硫酸亚铁，硫酸亚铁再被空气氧化成铁红继续沉积，如此循环到整个过程结束，生成氧化铁红。其反应式如下：

$$\left.\begin{array}{l} FeSO_4+2NaOH \longrightarrow \\ \qquad Fe(OH)_2+Na_2SO_4 \\ 4Fe(OH)_2+O_2+2H_2O \longrightarrow \\ \qquad 4Fe(OH)_3 \end{array}\right\}\text{制晶核}$$

$$4FeSO_4+O_2+4H_2O \longrightarrow 2Fe_2O_3+4H_2SO_4$$

$$Fe+H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4+H_2\uparrow$$

（2）干法 硝酸与铁片反应生成硝酸亚铁，经冷却结晶、脱水干燥、研磨后在 600～700℃煅烧 8～10h，再经水洗、干燥、粉碎，制得氧化铁红产品。也可以氧化铁黄为原料，经 600～700℃煅烧制得氧化铁红。其反应式如下：

$$4Fe(NO_3)_3 \xrightarrow{\triangle} 2Fe_2O_3+12NO_2\uparrow+3O_2\uparrow$$

$$Fe_2O_3\cdot nH_2O \longrightarrow Fe_2O_3+nH_2O$$

【安全性】

毒性及防护：粉尘易引起尘肺，空气中最高容许浓度氧化铁气溶胶（烟尘）为 $5mg/m^3$，注意防尘。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋包装，或用 3 层牛皮纸袋包装，每袋净重 25kg。应存放于干燥处，勿使受潮，避免高温，应与酸、碱隔离。未拆包装的产品有效贮存期为 3 年。

【生产单位】 上海一品国际颜料有限公司，常熟铁红厂有限公司，安徽铜陵坤大矿业发展有限公司，淄博市万川氧化铁红厂，江苏常熟铁红厂，浙江杭州红卫化工厂，福建三明市氧化铁颜料厂，山东淄博颜料厂。

At023 透明氧化铁红

【英文名】 iron oxide，red，transparent

【结构式】 α-Fe_2O_3

【分子量】 159.69

【物化性质】 为三方晶系结构的红色透明粉末。相对密度 5.7，熔点 1396℃。不溶于水和醇，溶于硫酸、盐酸，微溶于硝酸。化学性质稳定，粒子细小，粒度为 0.01～0.05μm。比表面积大（约为普通氧化铁红的 10 倍），具有强烈吸收紫外线及耐光、耐大气等良好性能。是铁系颜料中具有独特性能的新品种。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
色光与标准品比		相似
氧化铁(以 Fe_2O_3 计)/%	⩾	95
游离水/%	⩽	3.5

续表

指标名称	指标
水可溶物/% ≤	0.5
吸油量/%	35～45
水浸 pH 值	3～5
筛余物(325 目)	通过
目测透明度	透明清晰

【用途】 用于油漆、油墨和塑料着色。

【制法】 先制得透明氧化铁黄（制法参见透明氧化铁黄），经煅烧脱水，制得透明氧化铁红。其反应式如下：

$$2\alpha\text{-FeOOH} \xrightarrow{\triangle} \alpha\text{-}Fe_2O_3 + H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见氧化铁红。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重 25kg。贮存于通风干燥处，注意防潮，严禁与酸、碱物品接触。

【生产单位】 上海一品国际颜料有限公司。

At024 氧化铁黄

【英文名】 iron oxide，yellow

【结构式】 $Fe_2O_3 \cdot H_2O$

【分子量】 177.69

【物化性质】 由柠檬黄至褐色的粉末。相对密度 2.44～3.60，熔点 350～400℃。不溶于水、醇，溶于酸。粉粒细腻，是晶体的氧化铁水合物。由于生产方法和操作条件的不同，水合程度不同，晶体结构和物理性质有很大差别。着色力、遮盖力、耐光性、耐酸性、耐碱性、耐热性均佳。150℃以上分解出结晶水，转变成红色。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2249—91

指标名称	指标	
	一级品	二级品
铁含量[以 Fe_2O_3 (105℃烘干)表示]/% ≥	86	80
105℃挥发物/% ≤	1.0	1.5

续表

指标名称	指标	
	一级品	二级品
水溶物/% ≤	0.5	1
筛余物(45μm 筛孔)/% ≤	0.4	1
水萃取液酸碱度/mL ≤	20	60
水悬浮液 pH 值	3.5～7	3～7
吸油量/(g/100g)	25～35	25～35
铬酸铅	阴性	阴性
总钙量(以 CaO 表示)/% ≤	0.3	0.3
颜色①②(与标准样比)	近似～微	稍
相对着色力①(与标准样比)/% ≥	100	90
有机着色物的存在	阴性	阴性

① “颜色”、“相对着色力”的标准样品提供单位：湖南省坪塘氧化铁颜料厂。

② “颜色”项在色相相同时，试样比标准样品鲜艳，色差为“稍”级，可作为一级品。

【用途】 广泛用于建筑业人造大理石、水磨石的着色，是水彩、油彩、油漆、橡胶等的颜料。用作氧化铁系颜料的中间体，如制氧化铁红、铁黑等。

【制法】 硫酸亚铁氧化法：硫酸与铁屑反应生成硫酸亚铁，加入 3%氢氧化钠溶液并通入空气制备晶核，再在晶核悬浮液中加硫酸亚铁和铁屑，加热氧化，经压滤、洗涤、粉碎，制得氧化铁黄。其反应式如下：

$$\left.\begin{array}{l} Fe + H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + H_2\uparrow \\ FeSO_4 + 2NaOH \longrightarrow Fe(OH)_2 + Na_2SO_4 \\ 4Fe(OH)_2 + O_2 \longrightarrow 4FeOOH + 2H_2O \end{array}\right\}\text{晶核制备}$$

$$H_2SO_4 + Fe + 7H_2O \longrightarrow FeSO_4 \cdot 7H_2O + H_2\uparrow$$

$$4FeSO_4 \cdot 7H_2O + O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 \cdot H_2O\downarrow + 4H_2SO_4 + 2H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见氧化铁红。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的编织

袋或多层牛皮纸袋包装，每袋净重 25kg。贮存在通风、干燥的库房中，包装应密封，防潮。避免高温，与酸、碱隔离存放。按上述保管条件，未拆包产品有效贮存期 3 年。

【生产单位】 上海一品国际颜料有限公司，常熟铁红厂有限公司，温县克岭化工有限公司，石家庄神彩颜料厂。

At025 药用氧化铁黄

【英文名】 iron oxide，yellow for pharmaceutical

【结构式】 $Fe_2O_3 \cdot H_2O$

【分子量】 177.69

【物化性质】 性质稳定，颜色久曝不变。无毒、无味、无臭。对人体无副作用，剂量不限。

【质量标准】 参考标准——沪卫药准字第 2376 号（1981）

指标名称		指标
Fe_2O_3(以灼烧至恒重的干品计)/%	≥	97.5
水不溶物/mg	≤	20.0
酸中不溶物/mg	≤	20.0
灼烧减量/%	≤	13.0
盐/%	≤	15.0
铅盐/%	≤	30.0
钡盐		无浑浊

【用途】 用于药片糖衣和胶囊等的着色。

【制法】 硫酸亚铁氧化法：将硫酸与铁屑反应制得硫酸亚铁，除砷及重金属，经氧化而得。流程参见氧化铁黄。

【安全性】

毒性及防护：参见氧化铁红。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋或牛皮纸袋包装，每袋净重 25kg。贮运参见氧化铁黄。未拆包装的产品有效贮存期为 1 年。

【生产单位】 上海一品国际颜料有限公司。

At026 透明氧化铁黄

【英文名】 iron oxide，yellow，transparent

【结构式】 $\alpha\text{-}Fe_2O_3 \cdot H_2O$

【分子量】 177.69

【物化性质】 为粉状黄色透明颜料。相对密度为 3.5，化学性质稳定，粒度为 0.01～0.02μm。比表面积大（约为普通氧化铁的 10 倍），具有强烈吸收紫外线、耐光、耐大气等良好性能。制成的漆膜透明，性质优良。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
Fe_2O_3/%	≥	83
游离水分/%	≤	3.5
水浸 pH 值		4
吸油量/%		35～40
细度(320 目筛余物)/%	≤	0.5

【用途】 与醇酸、氨基醇酸、丙烯酸等漆料可配成透明黄色涂料用于灯具、自行车、缝纫机、钢家具、仪器、仪表、汽车等，也可用作罐头内外壁涂料。

【制法】 将硫酸与铁屑反应生成硫酸亚铁，再加入浓硫酸和氯酸钠进行亚铁氧化，将生成的硫酸铁用氢氧化钠中和沉淀，再加入硫酸亚铁和铁皮进行转化，经水洗、表面处理、水洗、过滤干燥、粉碎，制得透明氧化铁黄。其反应式如下：

$$Fe + H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + H_2\uparrow$$

$$6FeSO_4 + NaClO_3 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + NaCl + 3H_2O$$

$$Fe_2(SO_4)_3 + 6NaOH \longrightarrow 2Fe(OH)_3 + 3Na_2SO_4$$

【安全性】

毒性及防护：参见氧化铁红。

包装及贮运：用内衬塑料袋的铁桶包装，每桶净重 25kg。贮存于通风、干燥的库房中。包装应密封，注意防潮。严禁与酸、碱物品接触。

【生产单位】 上海一品国际颜料有限公司。

At027 云母氧化铁

【英文名】 iron oxide，micaceous

【结构式】 α-Fe_2O_3

【分子量】 159.69

【物化性质】 黑紫色薄片状结晶粉末。相对密度4.7～4.9，化学稳定性好。对阳光反射力强，可以减缓漆膜老化，是较好的防锈颜料。附着力强，无毒。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 3006—1986

指标名称	指标	
	灰色	红褐色
铁(以 Fe_2O_3计，105℃烘干)/% ≥	93.0	90.0
105℃挥发物/% ≤	0.5	0.5
水溶物/% ≤	0.1	0.3
筛余物(45μm)/% ≤	—	1.0
筛余物(63μm)/% ≤	1.0	—
水悬浮液 pH 值	6.0～8.0	5.5～5.7
吸油量/%	9～12	9～14
二氧化硅/% ≤	3.0	3.2

【用途】 用作防锈漆的颜料。因本品制成的云母氧化铁防锈漆抗水渗性好，防锈性能优异，可以取代红丹。

【制法】 云母赤铁矿法：云母赤铁矿石精选后，经湿球磨机磨成精矿粉，脱水，烘干，冷却，粉碎至325目，过筛，制成云母氧化铁。

【安全性】

毒性及防护：粉尘易引起尘肺，注意防尘。最高容许浓度氧化铁气溶液（烟尘）为5mg/m^3。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，每袋净重25kg。存放于通风、干燥的库房中。应注意防潮、避免高温，并与酸、碱物品隔离存放。

【生产单位】 安徽省繁昌县现代颜料厂，铜陵钟鸣云母氧化铁有限公司，安徽铜陵坤大矿业发展有限公司。

At028 一氧化铅

【别名】 黄丹；密陀僧；漳丹；氧化亚铅

【英文名】 lead monoxide；lead oxide，yellow；massicot；litharge；lead protoxide

【结构式】 PbO

【分子量】 223.20

【物化性质】 黄色四方晶系粉末。相对密度9.53，熔点885℃，沸点1470℃。加热至300～450℃时变为四氧化三铅，继续升温又变为一氧化铅。不溶于水和乙醇，溶于丙酮、硝酸、液碱、氯化铵，能与甘油发生硬化反应，有毒！

【质量标准】 化工行业标准《黄丹》HG/T 3002—1983（97）

指标名称	其他工业用		玻璃
	一级品	二级品	工业用
氧化铅(以 PbO 计)/% ≥	99.3	99	99
金属铅(以 Pb 计)/% ≤	0.1	0.2	0.2
过氧化铅(以 PbO_2计)/% ≤	0.05	0.1	0.1
硝酸不溶物/% ≤	0.1	0.2	0.2
水分/% ≤	0.2	0.2	0.2
三氧化二铁(以 Fe_2O_3计)/% ≤			0.005
氧化铜(以 CuO 计)/% ≤			0.002
细度(180目筛余物)/% ≤	0.2	0.5	0.5

【用途】 用于制造聚氯乙烯塑料稳定剂，是其他铅盐的原料。在油漆工业中与油制成铅皂，用作油漆中的催干剂。用于制造高折射率光学玻璃、陶瓷瓷釉、精密机床的平面研磨剂，是医用原料、橡胶着色剂。还用于蓄电池极板制造及石油精制等。

【制法】 金属铅氧化法：将铅加热熔融，制成铅粒，然后在170～210℃进行磨粉，于600℃以上高温焙烧氧化，再经粉碎，得到一氧化铅。其反应式如下：

$$2Pb + O_2 \longrightarrow 2PbO$$

【安全性】

毒性及防护：早期中毒症状为齿龈边缘出

现铅线（明显中毒时可能没有铅线）、皮肤呈土灰色。中毒初期出现神经衰弱综合征。如果小脑中毒，会产生铅中毒性抑郁症、铅中毒性躁狂症等，还会引起铅毒性麻痹敏感性多发性神经炎，引起低色素贫血，产生代谢和内分泌障碍，对消化系统的影响是抑制某些酶的活性及引起消化不良，腹部剧烈疼痛，肝脏受损，引起高血压，胆固醇增高。如果出现腹部剧烈疼痛，可皮下注射阿托品等药物，腹部保暖、灌肠、洗热水浴等。空气中最大容许浓度为 0.01mg/m^3。操作中戴上口罩，可阻滞 95%～97%的铅粉尘。蒸气浓度高时可使用过滤式防毒面具或软管式防毒面具，强制供给新鲜空气。在工作场所，工作时间禁止进食、吸烟。工作后必须洗淋浴，饭前、工后要漱口、刷牙。洗浴后要用 1%的醋酸溶液把手上或其他污染部位的铅洗掉。如果出现铅中毒症状要暂时脱离工作岗位，重者调换到长期不接触铅的工作岗位。

包装及贮运：用聚乙烯塑料桶包装，每桶净重 50kg。或用铁桶包装，每桶净重 100kg。包装上应有明显的“有毒品”标志。属无机有毒品，危规编号：GB 6.1 类 61507。贮存于通风、干燥的库房中，严防潮湿。与酸、碱及食用原料隔离堆放。失火时，可用水、砂土及各种灭火器扑救。

【生产单位】 重庆涂山氧化铅有限公司，太仓市红丹厂，江苏省张家港市氧化铅厂。

At029 二氧化铅

【英文名】 lead dioxide

【结构式】 PbO_2

【分子量】 239.20

【物化性质】 暗褐色显微结晶重质粉末。熔点 290℃，相对密度 9.375。溶于稀盐酸，微溶于乙酸，不溶于水和醇。为强氧化剂，与强碱加热生成高铅酸盐，有毒！

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
二氧化铅(PbO_2)/%	≥	90.0
硝酸不溶物/%	≤	0.5
氯化物(以 Cl^- 计)/%	≤	0.2
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)/%	≤	0.2
重金属(铅除外)/%	≤	0.1
硫化氢不沉淀物/%	≤	1.5

【用途】 主要用于染料、火柴、焰火及合成橡胶的制造，并可用来制造二氧化铅阳极以代替铂阳极。

【制法】 有水解法、电解法和氧化法三种。水解法是由四价铅盐水解制得。电解法是由铅盐溶液电解制得。氧化法是用次氯酸钠或过氧化氢等强氧化剂氧化铅盐或铅制得。

【安全性】

毒性及防护：参见一氧化铅。

包装及贮运：内衬聚乙烯塑料袋，外用铁桶包装，每桶净重 20kg。属二级无机氧化剂，危规编号：GB 6.1 类 61507。贮存于阴凉、通风、干燥的库房内。不得阳光直射或接近热源，不得与有机物、还原剂、易燃物共贮混运。装卸时要轻拿轻放，防止破损。

【生产单位】 天津市风船化学试剂科技有限公司，沈阳市新光化工厂，常熟市和平化工有限公司。

At030 四氧化三铅

【别名】 红丹；铅丹；光明丹；红色氧化铅；粒状红铅；四氧化铅

【英文名】 lead tetraoxide；lead red；minium；lead oxide，red

【结构式】 Pb_3O_4

【分子量】 685.60

【物化性质】 橙色结晶性鳞状体或无定形

重质粉末，为一氧化铅和二氧化铅的混合物，相对密度 9.1。不溶于水和醇，溶于硝酸（过氧化氢存在下）、冰醋酸、热盐酸和热碱液。具有高的抗腐蚀防锈性能和耐高热性能，但不耐酸。在油脂中扩散性大，遮盖力强。是碱性颜料，能与漆基中的游离脂肪酸形成铅皂。与硫化氢作用生成黑色硫化铅（PbS）。暴露在空气中因生成碳酸铅而变成白色。加热至 500℃时分解成一氧化铅和氧。有氧化作用，有毒！

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 3850—2006

指标名称		指标			
		涂料工业用		其他工业用	
		不凝结型	高分散性	一级品	二级品
二氧化铅/%	≥	33.9	33.9	33.9	33.2
原高铅酸铅/%	≥	97	97	97	95
原高铅酸铅及游离一氧化铅总量/%	≥	99		—	
105℃挥发物/%	≤	0.2		0.2	
水溶物/%	≤	0.1		—	
筛余物(63μm)/%	≤	0.75	0.30	0.75	
吸油量/(g/100g)	≤	6		—	
沉降容积/mL	≥	—	30	—	
不凝结性		制漆后在空气中露置14d,能搅匀,易涂刷		—	
硝酸不溶物/%	≤	0.1		0.1	
三氧化二铁/%	≤	—		0.005	
氧化铜/%	≤	—		0.002	

【用途】 广泛用于防锈漆，还用于光学玻璃、一般玻璃、陶釉、搪瓷、压电元件的制造。可用作染料及其他有机合成的氧化剂，另外还应用于橡胶着色、蓄电池、医药、合成树脂等。

【制法】 熔铅氧化法：将电解铅加热熔融后，制成 30mm×30mm 的铅粒，在 170～210℃进行球磨粉碎，经在 300℃低温焙烧后粉碎，再在 480～500℃下进行高温焙烧氧化、粉碎，制得四氧化三铅。其反应式如下：

$$6PbO + O_2 \longrightarrow 2Pb_3O_4$$

【安全性】

毒性及防护：参见一氧化铅。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的木箱或铁桶包装，每箱（桶）净重 50kg。包装上应有明显的“有毒品”标志。属无机有毒品，危规编号：GB 6.1 类 61507。应贮存在通风、干燥的库房中，严防潮湿。应与酸、碱及食品原料隔离堆放。失火时，可用水、砂土及各种灭火器扑救。

【生产单位】 重庆涂山氧化铅有限公司，太仓市红丹厂，江苏省张家港市氧化铅厂。

At031 红色氧化汞

【英文名】 mercuric oxide, red

【结构式】 HgO

【分子量】 216.59

【物化性质】 带有光泽的红色粉末。相对密度 11.0～11.29，熔点 500℃并分解。溶于稀盐酸、稀硝酸，微溶于水（25℃，4.87mg/100mL H_2O），在沸水中易溶一些，不溶于醇、酮、醚。剧毒！

【质量标准】 参考标准 沪 Q/HG 22 2138—82

指标名称		指标
氧化汞(HgO)/%	≥	99.0
盐酸不溶物/%	≤	0.06
灼烧残渣/%	≤	0.1
氯化物/%	≤	0.006
硫酸盐/%	≤	0.06
氮化合物/%	≤	0.01
铁/%	≤	0.01
其他重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.004

【用途】 主要用作氧化剂，并用于制造有机化合物、医药制剂、分析试剂和陶瓷颜料等。

【制法】 将硝酸亚汞加热至约 70℃熔融，在 200～230℃脱结晶水，从 270℃左右开始热分解生成黄色氧化汞，再加热至 300℃以上变为红色氧化汞，制得氧化汞红成品。

$$Hg_2(NO_3)_2 \xrightarrow{\triangle} 2HgO + 2NO_2$$

【安全性】

毒性及防护：属剧毒品！长期在汞蒸气含量超过允许范围的环境下工作会引起慢性中毒，引起各种精神障碍。可通过皮肤进入体内，溅到皮肤或眼睛应及时用水冲洗，误食入后，要及时洗胃及饮用牛奶或蛋白。空气中容许蒸气浓度 0.05mg/m^3，其他为 0.1mg/m^3（以汞计）。生产操作人员要穿好工作服，戴好防护面罩和手套，保护呼吸器官和皮肤，下班后要淋浴。生产设备要密闭，车间通风应良好。慢性中毒者要调离工作，予以疗养。

包装及贮运：装在棕色玻璃瓶内，外用纸箱保护，每瓶净重 0.5kg。属毒害品，危规编号：GB 6.1 类 61509。UN No.1641；IMDG CODE 6148 页，6.1 类。剧毒 GA 58-93B104。应贮存于阴凉、通风、干燥的库房中，避免光照。不得与食用化工原料、酸类产品共贮混运。搬运时要轻拿轻放，防止包装破损。

【生产单位】 贵州省铜仁化学试剂厂，泰兴市化学化工有限公司，沈阳市试剂五厂。

At032 黄色氧化汞

【别名】 三仙丹

【英文名】 mercuric oxide，yellow；yellowprecipitate

【结构式】 HgO

【分子量】 216.59

【物化性质】 无定形橙黄色粉末，无臭。在空气中稳定，遇光颜色变成暗黑色。相对密度 11.03（27/5℃），熔点 500℃并分解。在水中溶解度为 2.5mg/100mL H_2O（25℃）、41mg/100mL H_2O（100℃），溶于稀盐酸、稀硝酸、碘化钾溶液、碱土类金属氯化物、氯化镁浓溶液，不溶于醇、酮、醚、碱及氨。有毒！

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 3469—2003

指标名称		指标	
		分析纯	化学纯
氧化汞(HgO)/%	≥	99.5	99.0
澄清度试验		合格	合格
灼烧残渣/%	≤	0.03	0.06
氯化物(Cl^-)/%	≤	0.005	0.01
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤	0.005	0.01
总氮量(N)/%	≤	0.0025	0.005
铁(Fe)/%	≤	0.002	0.005
其他重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.001	0.003

【用途】 主要用作氧化剂，并用于制造有机化合物、医药制剂、分析试剂和陶瓷颜料等。

【制法】 将氯化汞与过量的氢氧化钠水溶液反应，生成黄色沉淀，将沉淀用倾析法反复洗涤直至无氯化物离子。过滤，沉淀在暗处自然干燥，制得氧化汞黄成品。

【安全性】

毒性及防护：参见氧化汞红。

包装及贮运：装在玻璃瓶内，外用纸箱保护，每瓶净重 0.5kg。属毒害品，危规编号：GB 6.1 类 61509。剧毒 GA58-93B104。UN No.1641；IMDG CODE

6184页，6.1类。应贮存于阴凉、通风、干燥的库房中，避光。不得与食用化工原料、酸类产品共贮混运。搬运时要轻拿轻放，防止包装破损。

【生产单位】 贵州省铜仁化学试剂厂，上海申成化工科技开发公司，山东泰安劲翔药械有限公司。

At033 一氧化镍

【别名】 氧化亚镍；绿色氧化镍

【英文名】 nickel monoxide

【结构式】 NiO

【分子量】 74.69

【物化性质】 绿色至黑绿色立方晶系粉末，过热变黄色。相对密度6.67，熔点1984℃。溶于酸和氨水，不溶于水和液氨。加热至400℃时，因吸收空气中的氧而变成三氧化二镍，600℃时又还原为一氧化镍。低温制得的一氧化镍具有化学活性，1000℃高温煅烧制得的一氧化镍呈绿黄色，活性小。而且随制备温度的升高，其密度和电阻增加，溶解度和催化活性降低。

【质量标准】 有色金属行业标准YS/T 277—2009

指标名称		牌号			
		NiO-770	NiO-765	NiO-760	NiO-750
镍(以NiO计)/%	≥	77.0	76.5	76.0	75.0
钴(Co)/%	≤	0.05	0.15	0.20	0.50
铜(Cu)/%	≤	0.01	0.05	0.10	0.20
铁(Fe)/%	≤	0.05	0.10	0.15	0.20
锌(Zn)/%	≤	0.005	0.05	0.10	0.20
硫(S)/%	≤	0.01	0.03	0.05	0.15
钙、镁、钠(Ca、Mg、Na)总和/%	≤	0.5	1.0	1.30	1.50
盐酸不溶物/%	≤	0.10	0.20	0.30	0.40

【用途】 用作搪瓷的密着剂和着色剂，陶瓷和玻璃的颜料。在磁性材料生产中用于生产镍锌铁氧体等，以及用作制造镍盐原料、镍催化剂，并在冶金、显像管中应用。

【制法】 镍盐煅烧分解法：将镍合金下脚料（含铁、铜、铬等）经用硫化氢、双氧水、碳酸钠、氨水除去铜、铁、锰、铬等杂质后，与硫酸反应制成硫酸镍铵，再经焙烧、粉碎，制得一氧化镍成品。其反应式如下：

$$(NH_4)_2Ni(SO_4)_2 \longrightarrow NiO + SO_3 + NH_4HSO_4 + NH_3$$

【安全性】

毒性及防护：镍能进入细胞，引起细胞中酶和代谢过程破坏，可能因导致某些致癌物质生成而产生致癌作用。与镍盐接触可引起镍性湿疹、镍性疥疮。空气中最高容许浓度：二价镍氧化物为0.5mg/m^3（以镍计）。生产时操作人员要戴防毒口罩及防毒面具，应最大程度地防止皮肤直接接触。尽量实行机械化操作，避免粉尘。工作中接触镍化合物的人员要定期检查身体。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重30kg、40kg、50kg。贮存在通风、干燥的库房中，容器必须密封，防止受潮结块。不可与强酸、强碱共贮混运。失火时，可用水扑救。

【生产单位】 上海勤工无机盐有限公司，江苏宜兴市第二化学试剂厂。

At034 三氧化二镍

【别名】 氧化高镍；过氧化镍；黑色氧化镍；氧化镍黑

【英文名】 nickel sesquioxide; nickelic oxide

【结构式】 Ni_2O_3

【分子量】 165.38

【物化性质】 黑色有光泽的块状物，易碎成细粉末，相对密度4.83。不溶于水，溶于氨水，溶于硫酸和硝酸放出氧气，溶于热盐酸放出氯气。600℃时还原成一氧化镍。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
三氧化二镍(以Ni计)/%	≥	60
盐酸不溶物/%	<	0.2
氯化物/%	<	0.01
硫酸盐/%	<	0.06
硝酸盐/%	<	0.05
铜(Cu)/%	<	0.01
铁/%	<	0.003
钴/%	<	0.2
碱金属或碱土金属/%	<	0.3

【用途】 用作陶瓷、玻璃、搪瓷的着色颜料，也用于镍粉的制造及磁性体的研究。

【制法】 碳酸镍煅烧法：先将金属镍制成硫酸镍溶液，再与碳酸钠进行复分解反应，生成物经过滤除去硫酸钠，再经浓缩、冷却结晶、离心分离、干燥，所得干燥碳酸镍经煅烧、球磨粉碎，制得三氧化二镍。其反应式如下：

$$NiSO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow NiCO_3 + Na_2SO_4$$

$$2NiCO_3 \xrightarrow{\triangle} Ni_2O_3 + CO\uparrow + CO_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：参见一氧化镍。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重40kg。贮存于通风、干燥的库房中，容器应密封、防潮、避热。不可与强酸、强碱共贮混运。

【生产单位】 重庆东方试剂总厂，上海勤工无机盐有限公司。

At035 四氧化锇

【别名】 锇酸酐

【英文名】 osmium tetroxide; osmic acid anhydride

【结构式】 OsO_4

【分子量】 254.23

【物化性质】 白色或浅黄色单斜结晶，有似氯的辛辣气味，易升华挥发。当空气中含量达到0.02mg/L时就能觉察。相对密度4.906，熔点41.0℃，沸点130℃，临界温度405℃，熔化热9.80kJ/mol。微溶于水，溶于苯、四氯化碳、乙醇、乙醚和氨水，溶于盐酸生成四氯化锇并放出氯气。有强氧化作用，还原时变为二氧化锇或金属锇。四氧化锇蒸气在灼烧时和氢发生爆炸性反应生成锇粉，能与有机物反应。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
四氧化锇(OsO_4)含量/%	≥	98

【用途】 用作有机合成氧化还原的催化剂，氧化剂。用于电子显微镜技术，还可用作标本的稳定剂。

【制法】 将金属锇粉末或锇的化合物放入石英管内，在氧气流中，开始加热至约300℃，最后加热至800℃左右进行反应，用两个硬质玻璃槽收集，后一个玻璃槽放在冰水中冷却，制得四氧化锇。其反应式如下：

$$Os + 2O_2 \longrightarrow OsO_4$$

【安全性】

毒性及防护：剧毒。蒸气对眼睛有强刺激作用，即使在低浓度时也会引起流泪和结膜炎。较长时间接触可发生角膜损伤，甚至双目失明。也可引起消化系统功能障碍以及损伤肾和肺。皮肤接触可使皮肤发绿或变黑，引起皮炎和形成溃疡。眼睛受刺激用水冲洗并就医诊治。皮肤接触用水冲洗，如有灼伤须就医诊治。误服立即漱口，急送医院救治。

包装及贮运：用玻璃瓶装，每瓶净重500g，再集中于木箱内衬垫料。毒害品，危规编号：GB 6.1类61026。剧毒B1080。UN No. 2471；IMDG CODE 6215

页，6.1类。贮存于阴凉、干燥、通风的库房内。与可燃物和食用原料隔离贮运，远离热源和火种。搬运时轻装轻卸，防止容器受损。失火时，消防人员必须穿戴全身防护服，用水、干砂土、各种灭火器灭火。

【生产单位】 上海贵稀金属提炼厂，天津市赢达稀贵化学试剂厂，南京东锐铂业有限公司。

At036 超细水合二氧化钌粉

【英文名】 ruthenium dioxide hydrate, superfine powder

【结构式】 $RuO_2 \cdot xH_2O$

【物化性质】 为深蓝色四方晶系结晶粉末。相对密度6.97，溶于熔融碱溶液，生成Na_2RuO_4，不溶于水和酸。加热到1025℃无变化，在1400℃以上分解，有一部分气化。在氢气流中加热则还原生成金属钌。

【质量标准】 有色金属行业标准 YS/T 598—2006

指标名称		指标
主成分	Ru/%	60～71
杂质含量 ≤	Pt①/%	0.005
	Ir①/%	0.005
	Rh①/%	0.001
	Pd①/%	0.001
	Au①/%	0.005
	Ag①/%	0.001
	Fe①/%	0.01
	Al①/%	0.01
	Ni①/%	0.005
	Cu①/%	0.001
	Pb/%	0.001
	Cd/%	0.0005
杂质总量/% ≤		0.05

① 通过原料控制；供需双方可根据需要协商确定必测元素、测定方法及限定含量。

注：外观为黑色粉末，产品应纯净，无肉眼可见夹杂物。

【用途】 用于电子工业中厚膜电阻、电位器等元件。

【制法】 将粉末状金属钌在氧气中于800～900℃加热1h；或者将钌的硫化物、硫酸盐、氯化物在空气中或氧气中灼烧，制得二氧化钌成品。

【安全性】 产品装入带有塑料密封盖的聚乙烯塑料瓶中，外加安全包装，每瓶净重100g。产品应密封，存放于阴凉、通风、干燥、清洁、防潮的库房中。不可与易燃品共贮混运，在运输过程中注意防雨淋和防潮，装卸时小心轻放，防止包装瓶破损。

【生产单位】 天津市风船化学试剂科技有限公司。

At037 二氧化硒

【别名】 亚硒酸酐

【英文名】 selenium dioxide; selenious acid anhydride

【结构式】 SeO_2

【分子量】 110.96

【物化性质】 白色有光泽针状结晶。味酸并有灼烧感，蒸气显黄绿色，并带辛辣味，有吸湿性，对光和热稳定，加热至熔融时即升华。易吸收干燥氟化氢、氯化氢、溴化氢和碘化氢生成相应的卤氧化硒。与氨反应生成氮和硒，在氨的乙醇溶液中生成亚硒酸乙基铵，与肼生成氮和黑色无定形硒，与盐酸羟胺生成氮和红棕色无定形硒，与硝酸生成硒酸，能被碳和其他有机物质还原。易溶于水，溶于乙醇、丙酮、乙酸、甲醇和浓硫酸，相对密度3.954，熔点340～350℃。剧毒！

【质量标准】 有色金属行业标准 YS/T 651—2007

指标名称	指标		
	$SeO_2$99	$SeO_2$98	$SeO_2$96
二氧化硒(SeO_2)/% ≥	99.0	98.0	96.0

续表

指标名称		指标		
		$SeO_2$99	$SeO_2$98	$SeO_2$96
水不溶物/%	≤	0.005	0.05	—
灼烧残渣/%	≤	0.1	0.2	—
Pd、Cd、Hg 总计/%	≤	0.005	—	—
氯化物/%	≤	0.005	—	—
Fe/%	≤	0.001	—	—
As/%	≤	0.001	—	—

【用途】 主要用在电解锰工业上，每生产一吨电解锰约需1kg二氧化硒，电解锰工业约占二氧化硒用量的80%。其次用于饲料工业上生产亚硒酸钠，现在在农业上也作为含硒农作物的叶面硒肥原料。用作有机化合物氧化剂、催化剂、化学试剂，是各种无机硒化合物制造的原料。用于复印机、整流器等。用于制造其他硒化合物和高纯硒。

【制法】

(1) 硒粉氧化法　将硒粉和氧气在二氧化氮的存在下进行反应，生成物经冷却，得到成品，再经升华制得纯的二氧化硒。其反应式如下：

$$Se + O_2 \longrightarrow SeO_2$$

(2) 硝酸氧化法　将粗硒粉加到反应器中与硝酸进行反应，生成物经浓缩、过滤、干燥，再加热分解，制得二氧化硒。其反应式如下：

$$Se + 4HNO_3 \longrightarrow H_2SeO_3 + 4NO_2 + H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：与三氧化二砷的毒性相似。急性中毒时，上呼吸道和眼黏膜出现刺激症状，有干咳、鼻炎、鼻内剧烈灼痛等症，还可引起全身虚弱、头痛、眩晕、恶心、呕吐、呼出的气和皮肤有大蒜味、意识丧失、虚脱。慢性中毒会出现牙釉质改变、皮肤黄染、慢性关节炎、皮疹、指甲病变、贫血、胃肠疾患、神经失调甚至痴呆等。皮肤或黏膜与本品接触发生剧痛、麻木，或引起烧伤。发生中毒时应将患者移出中毒地点，更换衣服，安静，保暖。意识丧失及有虚脱时，将患者处于水平位，头放低，注射甲肾上腺素等药物，送往医院进行急救。空气中最高容许浓度为0.1mg/m^3。操作时使用防护用品，注意经常检查空气中硒的浓度，定期检查身体，供给富于蛋白质和氨基酸的膳食。

包装及贮运：用玻璃瓶包装，每瓶净重0.5kg。属无机剧毒品，危规编号：GB 6.1类61015。剧毒B1037。贮存在通风、干燥的库房中。注意防潮，包装应密封，要防止包装破损。

【生产单位】 天津市风船化学试剂科技有限公司，上海冶炼厂，长沙市中贵有色金属有限公司。

At038 氧化银

【英文名】 silver oxide

【结构式】 Ag_2O

【分子量】 231.74

【物化性质】 棕褐色立方结晶或棕黑色重质粉末。熔点230℃，溶于酸、氨水、醇，微溶于水。相对密度7.22。见光渐分解，与硫酸、高氯酸、浓硝酸及氨水反应。它的氨溶液久置后会析出有强烈爆炸性的氮化银或亚氨基银，潮湿氧化银易吸收二氧化碳，加热至250℃开始分解，放出氧气，250～300℃分解加速。

【质量标准】 参考标准

指标名称		指标	
		分析纯	化学纯
氧化银(Ag_2O)/%	≥	99.7	99.0
澄清度试验		合格	合格
硝酸不溶物/%	≤	0.02	0.03
干燥失重/%	≤	0.25	0.25
游离碱(NaOH)/%	≤	0.012	0.02
硝酸盐(NO_3^-)/%	≤	0.005	0.01
盐酸不沉淀物/%	≤	0.05	0.10

【用途】 主要用作化学合成催化剂，还用作防腐剂、电子器件材料、玻璃着色剂及研磨剂。

【制法】 硝酸银法：硝酸银溶液与氢氧化钠溶液反应，生成的氧化银经洗涤、分离、干燥制得成品。其反应式为：

$$2AgNO_3+2NaOH \longrightarrow Ag_2O+2NaNO_3+H_2O$$

【安全性】 用外包黑纸的棕色玻璃瓶包装，每瓶净重500g。

属氧化剂。危规编号：GB 5.1类51526。贮存在阴凉、干燥的库房中，应注意避光、密封保存。与有机物、乙炔、氨、过氧化氢、酸类、碱类及氧化物品隔离贮运。

【生产单位】 天津市银利达化工有限公司，西安化学试剂厂，上海建平化工有限公司。

At039 二氧化锡

【别名】 氧化锡；白色氧化锡；锡灰

【英文名】 tin dioxide；stannic oxide

【结构式】 SnO_2

【分子量】 150.71

【物化性质】 白色、淡黄色或淡灰色四方、六方或斜方晶系粉末。相对密度6.95，熔点1630℃，1800～1900℃升华。不溶于水、醇和王水，溶于氢氧化钠、氢氧化钾。有导电性能，在空气中加热稳定。

【质量标准】 国家标准 GB/T 26013—2010

指标名称		指标			
		气化法		酸法	
		SnO_2-98.00	SnO_2-99.00	SnO_2-98.00	SnO_2-99.00
SnO_2/%	≥	98.00	99.00	98.00	99.00
Fe/%	≤	0.040	0.035	0.040	0.035
Cu/%	≤	0.020	0.015	—	—
Pb/%	≤	0.06	0.05	0.06	0.04
As/%	≤	0.010	0.005	—	—
Sb/%	≤	—	—	0.04	0.03
S/%	≤	0.03	0.02	—	—
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)/%	≤	—	—	0.50	0.10
灼烧失重/%	≤	0.50	0.35	0.50	0.50
盐酸可溶物/%	≤	—	—	0.50	0.40
过筛率/%	≥	98(0.010mm)	98(0.010mm)	98(0.125mm)	98(0.125mm)

【用途】 用于锡盐的制造。颜料工业用以与铬酸盐、石灰、钒、氯等配合，生产粉红色、米黄色、黄色、紫金色等颜色，以用作陶瓷、搪瓷的着色剂。玻璃工业用作玻璃磨光剂，及用于乳白玻璃的制造。印染工业用作织物媒染剂和增重剂。还用作有机合成催化剂，并用于电子工业。

【制法】 金属锡硝酸氧化法：将洗刷净的锡锭熔化，然后用铁勺缓缓倒入冷水中爆成锡花。再将锡花缓缓加到稀释至20°Bé的硝酸中进行反应，待作用至无氧化氮逸出，同时没有锡剩余，反应液经澄清，将上部清液吸出重复使用，生成的β-锡酸用沸水漂洗，再用去离子水洗涤至铁及重金属分析合格，经脱水在120℃烘干，在1250℃煅烧，粉碎、过筛，制得二氧化锡。其反应式如下：

$$3Sn+4HNO_3+H_2O \longrightarrow 3H_2SnO_3+4NO\uparrow$$

$$H_2SnO_3 \xrightarrow{\triangle} SnO_2+H_2O$$

【安全性】
毒性及防护：长期（15～20 年）受二氧化锡作用的人会患尘埃沉着症，即尘肺。空气中最大容许浓度为 10mg/m³（换算成金属锡计）。粉尘多时使用防毒口罩，并注意保护皮肤，应注意防尘和除尘。
包装及贮运：用聚乙烯塑料袋包装，扎紧袋口，再密封在铁桶中，每桶净重 25kg。贮存在通风、干燥的库房中。禁止与强酸、强碱及食用物品共贮混运，防止受潮和雨淋。失火时，可用水扑救。
【生产单位】 上海冶炼厂，上海建平化工有限公司，上海勤工无机盐有限公司。

At040 氧化锶

【别名】 锶氧；一氧化锶
【英文名】 strontium oxide
【结构式】 SrO
【分子量】 103.62
【物化性质】 灰色至白色立方晶系粉末。相对密度 4.7，熔点 2430℃，沸点约 3000℃。微溶于醇，不溶于乙醚、丙酮，遇水变成氢氧化锶，并放出热量。
【质量标准】 参考标准

指标名称		指标
氧化锶(SrO)含量/%	≥	90
盐酸不溶物/%	≤	1
硫酸不沉淀物/%	≤	1
氯化物/%	≤	0.05
氮化物/%	≤	0.01
重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.01
铁/%	≤	0.02
碳酸盐/%	≤	2

【用途】 主要用于制造焰火、颜料及医药工业。
【制法】 由碳酸锶于氢气流中在 1300℃加热分解制得成品。将碳酸锶在氢气流中，于 1300℃加热数小时可制得氧化锶。或由四水合硝酸锶脱水，再在 1100℃灼烧 15h，也可由氢氧化锶在 850℃脱水制得氧化锶。但要注意所用多种盐类原料都必须提纯，为避免腐蚀坩埚，要用氧化铝或镍制器皿，且加热时要避免混入氧气、二氧化碳和水分。
【安全性】 用玻璃瓶或塑料瓶包装，再置于纸箱中用软物塞紧，防止运输过程中窜动。每瓶净重 0.5kg 或 2kg。贮存于阴凉、干燥的库房中，贮运中严格防潮、防水。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。
【生产单位】 天津市风船化学试剂科技有限公司，上海郑裕特种合金有限公司，成都市科龙化工试剂厂。

At041 氧化锌

【别名】 锌氧粉；锌白；锌白粉
【英文名】 zinc oxide；zinc white
【结构式】 ZnO
【分子量】 81.39
【物化性质】 白色六角晶系结晶或粉末。无味、无毒、质细腻。相对密度 5.606，折射率 2.008～2.029，熔点 1975℃，沸点 2360℃。溶于酸、氢氧化钠、氯化铵，不溶于水、乙醇和氨水，属两性氧化物。在空气中吸收二氧化碳和水生成碳酸锌，呈黄色。加热时变黄，冷却后恢复白色。不透过紫外线，遇硫化氢不变黑。
【质量标准】
1. 国家标准《直接法氧化锌》GB/T 3494—2012

表 1 氧化锌的分类、级别和牌号

类别	级别	牌号	主要用途
X	一级	ZnO-X1	主要用于橡胶等工业部门
	二级	ZnO-X2	
T	一级	ZnO-T1	主要用于涂料等工业部门
	二级	ZnO-T2	
	三级	ZnO-T3	
C	一级	ZnO-C1	主要用于陶瓷等工业部门
		ZnO-C2	

表 2　各种牌号氧化锌的化学成分和物理性能

指标名称		指　　标						
		ZnO-X1	ZnO-X2	ZnO-T1	ZnO-T2	ZnO-T3	ZnO-C1	ZnO-C2
氧化锌(以 ZnO 干品计)/%	≥	99.5	99.0	99.5	99.0	98.0	99.3	99.0
氧化铅(PbO)/%	≤	0.12	0.20	—	—	—	—	—
三氧化二铁(Fe_2O_3)/%	≤	—	—	—	—	—	0.05	0.08
氧化镉(CdO)/%	≤	0.02	0.05	—	—	—	—	—
氧化铜(CuO)/%	≤	0.006	—	—	—	—	—	—
锰(Mn)/%	≤	0.0002	—	—	—	—	—	—
金属锌		无	无	无	—	—	—	—
盐酸不溶物/%	≤	0.03	0.04	—	—	—	0.08	0.08
灼烧减量/%	≤	0.4	0.6	0.4	0.6	—	0.4	0.6
水溶物/%	≤	0.4	0.6	0.4	0.6	0.8	0.4	0.6
筛余物(45μm 湿筛)/%	≤	0.28	0.32	0.28	0.32	0.35	0.28	0.32
105℃挥发物/%	≤	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
遮盖力/(g/100g)	≤	—	—	150	150	150	—	—
吸油量/(g/100g)	≤	—	—	18	20	20	—	—
消色力/%	≥	—	—	100	95	95	—	—
颜色(与标准样品比)		—	—	符合标准				

2. 国家标准《间接法氧化锌》GB/T 3185—92

指标名称		指　　标					
		BA01-05(Ⅰ型)			BA01-05(Ⅱ型)		
		优级品	一级品	合格品	优级品	一级品	合格品
氧化锌(以 ZnO 干品计)/%	≥	99.70	99.50	99.40	99.70	99.50	99.40
金属物(以 Zn 计)/%	≤	无	无	0.008	无	无	0.008
氧化铅(以 Pb 计)/%	≤	0.037	0.05	0.14	—	—	—
锰的氧化物(以 Mn 计)/%	≤	0.0001	0.0001	0.0003	—	—	—
氧化铜(以 Cu 计)/%	≤	0.0002	0.0004	0.0007	—	—	—
盐酸不溶物/%	≤	0.006	0.008	0.05	—	—	—
灼烧减量/%	≤	0.2	0.2	0.2	—	—	—
水溶物/%	≤	0.10	0.10	0.15	0.10	0.10	0.15
筛余物(45μm 网眼)/%	≤	0.10	0.15	0.20	0.10	0.15	0.20
105℃挥发物/%	≤	0.3	0.4	0.5	0.3	0.4	0.5
遮盖力/(g/100g)	≤						
吸油量/(g/100g)	≤	—	—	—	14	14	14
消色力/%	≥	—	—	—	100	95	90
颜色(与标准样品比)		—	—	—	近似	微	稍

【用途】 用作白色颜料，用于印染、造纸、火柴及医药工业。在橡胶工业中用作天然橡胶、合成橡胶及乳胶的硫化活性剂、补强剂及着色剂。也用于颜料锌铬黄、醋酸锌、碳酸锌、氯化锌等的制造。此外还用于电子激光材料、荧光粉、饲料添加剂、催化剂、磁性材料制造、饲料添加剂，在饲料加工中作锌的补充剂。

【制法】 目前采用的方法有以锌锭为原料的间接法（也称法国法）、以锌矿石为原

料的直接法（也称美国法）和湿法三种。

（1）直接法　焙烧锌矿粉与无烟煤、石灰按比例配制成球。经还原冶炼，矿粉中的氧化锌被还原成锌蒸气，再通入空气进行氧化，生成的氧化锌经捕集，制得氧化锌成品。其反应式如下：

$$2ZnO + C \longrightarrow 2Zn + CO_2 \uparrow$$

$$2Zn + O_2 \longrightarrow 2ZnO$$

（2）湿法　用锌灰与硫酸反应生成硫酸锌，再将其分别与碳酸钠和氨水反应，以制得的碳酸钠和氨水反应，以制得碳酸锌和氢氧化锌为原料制氧化锌，反应式如下：

$$Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2 \uparrow$$

$$ZnSO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow ZnCO_3 + Na_2SO_4$$

$$ZnSO_4 + 2(NH_3 \cdot H_2O) \longrightarrow Zn(OH)_2 + (NH_4)_2SO_4$$

① 以碳酸锌为原料，经水洗、干燥、煅烧、粉碎，制得产品氧化锌。反应式如下：

$$ZnCO_3 \xrightarrow{\triangle} ZnO + CO_2 \uparrow$$

② 以氢氧化锌为原料，经水洗沉淀、干燥、煅烧、冷却、粉碎，制得氧化锌。其反应式如下：

$$Zn(OH)_2 \xrightarrow{\triangle} ZnO + H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：中毒者会出现食欲不佳、烦渴、疲倦、胸闷及压痛、嗜睡、干咳，并会出现体温升高、瞳孔扩大、结膜，及咽部、面部充血，糖尿，有时还出现肝大。重者出现肺间质水肿，肺泡上皮破坏。发生中毒可吸入碱性物质、静脉注射葡萄糖（40%溶液 20mL）和 300mg 抗坏血酸。根据症状服用强心剂。空气中最高容许浓度为 0.5mg/m^3。操作中应戴防毒口罩、防护眼镜，穿工作服。工作后用热水沐浴。要注意防止蒸气及气溶胶形成及排放到工作地点空气中，应注意防尘通风。

包装及贮运：用内衬 2～3 层 80g 牛皮纸或聚乙烯塑料袋的编织袋包装，每袋净重 25kg、30kg。贮存于通风、阴凉、干燥的库房中。包装要密封牢固，防止破损，防热、防水、防潮。并注意与强酸及食用原料隔离存放。失火时，可用水、泡沫灭火器或其他灭火装置扑救。

【生产单位】　衡阳市凤凰化学工业厂，柳州锌品股份有限公司，大化集团大连油漆厂，江苏邗江化工总厂，上海京华化工厂。

At042 活性氧化锌

【英文名】　zinc oxide，activated

【结构式】　ZnO

【分子量】　81.37

【物化性质】　易分散在橡胶或胶乳中，其他性质见氧化锌。

【质量标准】　化工行业标准 HG/T 2572—2012

指标名称		指标
氧化锌(ZnO)/%	⩽	95.0～98.0
105℃挥发物/%	⩽	0.8
水溶物/%	⩽	1.0
灼烧减量/%	⩽	1～4
盐酸不溶物/%	⩽	0.04
铅(Pb)/%	⩽	0.008
锰(Mn)/%	⩽	0.0008
铜(Cu)/%	⩽	0.0008
镉(Cd)/%	⩽	0.004
筛余物(45μm 试验筛)/%	⩽	0.1
外形结构		球状或链球状
比表面积/(m^2/g)	⩾	45

【用途】　主要用作橡胶或电缆的补强剂，以使橡胶具有良好的耐腐蚀性、抗撕裂性和弹性。也用作天然橡胶的硫化活化剂、白色橡胶的着色剂和填料、氯丁橡胶的硫化剂。颗粒细小者（粒径 0.1μm 左右）可用作聚烯烃或聚氯乙烯等塑料的光稳定剂。

【制法】 碱式碳酸锌煅烧法：活性氧化锌的制法较多，多以低级氧化锌或锌矿砂为原料，与稀硫酸溶液反应，制成粗制硫酸锌溶液，将溶液加热至 80～90℃，加入高锰酸钾氧化除掉铁、锰，然后加热至 80℃，加入锌粉，置换清液中的铜、镍、镉，置换后再用高锰酸钾在 80～90℃进行第二次氧化除杂质，得到精制硫酸锌溶液，用纯碱中和至 pH 值为 6.8，生成碱式碳酸锌，经过滤、漂洗除去硫酸盐和过量碱，再经干燥和在 500～550℃焙烧，得到活性氧化锌。其反应式如下：

$$ZnO+H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4+H_2O$$

$$3ZnSO_4+3Na_2CO_3+3H_2O \longrightarrow ZnCO_3 \cdot 2Zn(OH)_2 \cdot H_2O+3Na_2SO_4+2CO_2\uparrow$$

$$ZnCO_3 \cdot 2Zn(OH)_2 \cdot H_2O \xrightarrow{\triangle} 3ZnO+CO_2\uparrow+3H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：见氧化锌。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的聚丙烯塑料编织袋包装，每袋净重 25kg。贮运参见氧化锌。

【生产单位】 柳州锌品股份有限公司，江苏邗江化工总厂，大化集团大连油漆厂，上海京华化工厂。

At043 水

【英文名】 water

【结构式】 H_2O

【分子量】 18.015

【物化性能】 水在常温常压下是无色、无味、无臭的透明液体。熔点是 0℃，沸点 100℃，密度 0.9982g/cm^3，绝大多数物质的密度随温度的降低而增大，而水在 3.98℃时有一最大值，水结冰时体积变大、密度减小。水是一种两性物质；水能同 K、Ca 等许多活泼金属，Mg、Fe 等许多活泼性较差的金属，以及 F_2、Cl_2 等许多非金属单质反应；水也易与碱金属和部分碱土金属的氧化物进行反应，也能与一些非金属氧化物反应；水能同许多盐发生水解反应；水有很强的水合作用，很多物质在水中溶解时其分子或离子能与水相结合，生成水合物；水是一种重要的催化剂，没有痕量水，某些常见反应几乎不能进行。

【质量标准】

1.《地面水环境质量标准》GB 3838—2002

序号	项目 \ 标准值 \ 分类		Ⅰ类	Ⅱ类	Ⅲ类	Ⅳ类	Ⅴ类
1	水温/℃		人为造成的环境水温变化应限制在:周平均最大温升≤1,周平均最大温降≤2				
2	pH 值		6～9				
3	溶解氧/(mg/L)	≥	7.5(饱和率 90%)	6	5	3	2
4	高锰酸盐指数/(mg/L)	≤	2	4	6	10	15
5	化学需氧量(COD)/(mg/L)	≤	15	15	20	30	40
6	五日生化需氧量(BOD_5)/(mg/L)	≤	3	3	4	6	10
7	氨氮(NH_3-N)/(mg/L)	≤	0.15	0.5	1.0	1.5	2.0
8	总磷(以 P 计)/(mg/L)	≤	0.02(湖、库 0.01)	0.1(湖、库 0.025)	0.2(湖、库 0.05)	0.3(湖、库 0.1)	0.4(湖、库 0.2)
9	总氮(湖、库,以 N 计)/(mg/L)	≤	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0
10	铜/(mg/L)	≤	0.01	1.0	1.0	1.0	1.0

续表

序号	标准值 分类 项目		Ⅰ类	Ⅱ类	Ⅲ类	Ⅳ类	Ⅴ类
11	锌/(mg/L)	≤	0.05	1.0	1.0	2.0	2.0
12	氟化物(以 F^- 计)/(mg/L)	≤	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5
13	硒/(mg/L)	≤	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
14	砷/(mg/L)	≤	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1
15	汞/(mg/L)	≤	0.00005	0.00005	0.0001	0.001	0.001
16	镉/(mg/L)	≤	0.001	0.005	0.005	0.005	0.01
17	铬(六价)/(mg/L)	≤	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1
18	铅/(mg/L)	≤	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1
19	氰化物/(mg/L)	≤	0.005	0.05	0.2	0.2	0.2
20	挥发酚/(mg/L)	≤	0.002	0.002	0.005	0.01	0.1
21	石油类/(mg/L)	≤	0.05	0.05	0.05	0.5	1.0
22	阴离子表面活性剂/(mg/L)	≤	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
23	硫化物/(mg/L)	≤	0.05	0.1	0.2	0.5	1.0
24	粪大肠菌群/(个/L)	≤	200	2000	10000	20000	40000

2.《地下水质量标准》GB/T 14848—93

序号	标准值 类别 项目	Ⅰ类	Ⅱ类	Ⅲ类	Ⅳ类	Ⅴ类
1	色/度	≤5	≤5	≤15	≤25	>25
2	臭和味	无	无	无	无	有
3	浑浊度/度	≤3	≤3	≤3	≤10	>10
4	肉眼可见物	无	无	无	无	有
5	pH	6.5～8.5			5.5～6.5, 8.5～9	<5.5, >9
6	总硬度(以 $CaCO_3$ 计)/(mg/L)	≤150	≤300	≤450	≤550	>550
7	溶解性总固体/(mg/L)	≤300	≤500	≤1000	≤2000	>2000
8	硫酸盐/(mg/L)	≤50	≤150	≤250	≤350	>350
9	氯化物/(mg/L)	≤50	≤150	≤250	≤350	>350
10	铁(Fe)/(mg/L)	≤0.1	≤0.2	≤0.3	≤1.5	>1.5
11	锰(Mn)/(mg/L)	≤0.05	≤0.05	≤0.1	≤1.0	>1.0
12	钢(Cu)/(mg/L)	≤0.01	≤0.05	≤1.0	≤1.5	>1.5
13	锌(Zn)/(mg/L)	≤0.05	≤0.5	≤1.0	≤5.0	>5.0
14	铝(Mo)/(mg/L)	≤0.001	≤0.01	≤0.1	≤0.5	>0.5
15	钴(Co)/(mg/L)	≤0.005	≤0.05	≤0.05	≤1.0	>1.0
16	挥发性酚类(以苯酚计)/(mg/L)	0.001	0.001	0.002	≤0.01	0.01
17	阴离子合成洗涤剂/(mg/L)	不得检出	≤0.1	≤0.3	≤0.3	>0.3
18	高锰酸盐指数/(mg/L)	≤1.0	≤2.0	≤3.0	≤10	>10
19	硝酸盐(以 N 计)/(mg/L)	≤2.0	≤5.0	≤20	≤30	>30

续表

序号	标准值 类别 项目	Ⅰ类	Ⅱ类	Ⅲ类	Ⅳ类	Ⅴ类
20	亚硝酸盐(以N计)/(mg/L)	≤0.001	≤0.01	≤0.02	≤0.1	0.1
21	氨氮(NH_4)/(mg/L)	≤0.02	≤0.02	≤0.2	≤0.5	>0.5
22	氟化物/(mg/L)	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤2.0	>2.0
23	碘化物/(mg/L)	≤0.1	≤0.1	≤0.2	≤1.0	>1.0
24	氰化物/(mg/L)	≤0.001	≤0.01	≤0.05	≤0.1	>0.1
25	汞(Hg)/(mg/L)	≤0.00005	≤0.0005	≤0.001	≤0.001	>0.001
26	砷(As)/(mg/L)	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.05	>0.05
27	硒(Se)/(mg/L)	≤0.01	≤0.01	≤0.01	≤0.1	>0.1
28	镉(Cd)/(mg/L)	≤0.0001	≤0.001	≤0.01	≤0.01	>0.01
29	铬(六价)(Cr^{6+})/(mg/L)	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.1	>0.1
30	铅(Pb)/(mg/L)	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.1	>0.1
31	铍(Be)/(mg/L)	≤0.00002	≤0.0001	≤0.0002	≤0.001	>0.001
32	钡(Ba)/(mg/L)	≤0.01	≤0.1	≤1.0	≤4.0	>4.0
33	镍(Ni)/(mg/L)	≤0.005	≤0.05	≤0.05	≤0.1	>0.1
34	滴滴涕/(μg/L)	不得检出	≤0.005	≤1.0	≤1.0	>1.0
35	六六六/(μg/L)	≤0.005	≤0.05	≤5.0	≤5.0	>5.0
36	总大肠菌群/(个/L)	≤3.0	≤3.0	≤3.0	≤100	>100
37	细菌总数/(个/mL)	≤100	≤100	≤100	≤1000	>1000
38	总放射性/(Bq/L)	≤0.1	≤0.1	≤0.1	>0.1	>0.1
39	总β放射性/(Bq/L)	≤0.1	≤1.0	≤1.0	>1.0	>1.0

3.《海水水质标准》GB 3097—1997

序号	项目	第一类	第二类	第三类	第四类
1	漂浮物质	海面不得出现膜、浮沫和其他漂浮物质			海面无明显油膜、浮沫和其他漂浮物质
2	色、臭、味	海水不得有异色、异臭、异味			海水不得有令人厌恶和感到不快的色、臭、味
3	悬浮物质/(mg/L)	人为增加的量≤10	人为增加的量≤10	人为增加的量≤100	人为增加的≤150
4	大肠菌群/(个/L) ≤	10000,供人生食的贝类增养殖水质≤700			—
5	粪大肠菌群/(个/L) ≤	2000,供人生食的贝类增养殖水质≤140			—
6	病原体	供人生食的贝类养殖水质不得含有病原体			
7	水温/℃	人为造成的海水温升夏季不超过当时当地1,其他季节不超过2			人为造成的海水温升不超过当时当地4
8	pH	7.8~8.5,同时不超出该海域正常变动范围的0.2pH单位			6.8~8.8,同时不超出该海域正常变动范围的0.5pH单位

续表

序号	项目		第一类	第二类	第三类	第四类
9	溶解氧/(mg/L)	>	6	5	4	3
10	化学需氧量(COD)/(mg/L)	≤	2	3	4	5
11	生化需氧量(BOD_5)/(mg/L)	≤	1	3	4	5
12	无机氮(以N计)/(mg/L)	≤	0.20	0.30	0.40	0.50
13	非离子氨(以N计)/(mg/L)	≤	0.020			
14	活性磷酸盐(以P计)/(mg/L)	≤	0.015	0.030		0.045
15	汞/(mg/L)	≤	0.00005	0.0002		0.0005
16	镉/(mg/L)	≤	0.001	0.005	0.010	
17	铅/(mg/L)	≤	0.001	0.005	0.010	0.050
18	六价铬/(mg/L)	≤	0.005	0.010	0.020	0.050
19	总铬/(mg/L)	≤	0.05	0.10	0.20	0.50
20	砷/(mg/L)	≤	0.020	0.030	0.050	
21	铜/(mg/L)	≤	0.005	0.010	0.050	
22	锌/(mg/L)	≤	0.020	0.050	0.10	0.50
23	硒/(mg/L)	≤	0.010		0.020	0.050
24	镍/(mg/L)	≤	0.005	0.010	0.020	0.050
25	氰化物/(mg/L)	≤	0.005		0.10	0.20
26	硫化物(以S计)/(mg/L)	≤	0.02	0.05	0.10	0.25
27	挥发性酚/(mg/L)	≤	0.005		0.010	0.050
28	石油类/(mg/L)	≤	0.05		0.30	0.50
29	六六六/(mg/L)	≤	0.001	0.002	0.003	0.005
30	滴滴涕/(mg/L)	≤	0.00005	0.0001		
31	马拉硫磷/(mg/L)	≤	0.005	0.001		
32	甲基对硫磷/(mg/L)	≤	0.0005	0.001		
33	苯并[*a*]芘/(mg/L)	≤	0.0025			
34	阴离子表面活性剂(以LAS计)/(mg/L)		0.03	0.10		
35	放射性核素/(Bq/L)	^{50}Co	0.03			
		^{90}Sr	4			
		^{106}Rn	0.2			
		^{134}Cs	0.6			
		^{137}Cs	0.7			

4.《生活饮用水卫生标准》GB 5749—2006

水质常规指标及限值

指　　标	限值
1. 微生物指标	
总大肠菌群/(MPN/100mL)或(CFU/100mL)	不得检出
耐热大肠菌群/(MPN/100mL)或(CFU/100mL)	不得检出
大肠埃希氏菌/(MPN/100mL)或(CFU/100mL)	

续表

指　　标		限值
菌落总数/(CFU/mL)	≤	不得检出
2. 毒理指标		100
砷/(mg/L)	≤	0.01
锡/(mg/L)	≤	0.005
铬(六价)/(mg/L)	≤	0.05
铅/(mg/L)	≤	0.01
汞/(mg/L)	≤	0.001
硒/(mg/L)	≤	0.01
氰化物/(mg/L)	≤	0.05
氟化物/(mg/L)	≤	1.0
硝酸盐(以N计)/(mg/L)	≤	10,地下水源限制为20
三氯甲烷/(mg/L)	≤	0.06
四氯化碳/(mg/L)	≤	0.002
溴酸盐(使用臭氧时)/(mg/L)	≤	0.01
甲醛(使用臭氧时)/(mg/L)	≤	0.9
亚氯酸盐(使用二氧化氯消毒时)/(mg/L)	≤	0.7
氯酸盐(使用复合二氧化氯消毒时)/(mg/L)	≤	0.7
3. 感官性状和一般化学指标		
色度(铂钴色度单位)	≤	15
浑浊度(散射浑浊度单位)/NTU	≤	1,水源与净水技术条件限制时为3
臭和味		无异臭、异味
肉眼可见物		无
pH		不小于6.5且不大于8.5
铝/(mg/L)	≤	0.2
铁/(mg/L)	≤	0.3
锰/(mg/L)	≤	0.1
铜/(mg/L)	≤	1.0
锌/(mg/L)	≤	1.0
氯化物/(mg/L)	≤	250
硫酸盐/(mg/L)	≤	250
溶解性总固体/(mg/L)	≤	1000
总硬度(以 $CaCO_3$ 计)/(mg/L)	≤	450
耗氧量(COD_{Mn} 法,以O计)/(mg/L)	≤	3;水源限制,原水耗氧量>6mg/L时为5
挥发酚类(以苯酚计)/(mg/L)	≤	0.002
阴离子合成洗涤剂/(mg/L)	≤	0.3
4. 放射性指标		指导值
总α放射性/(Bq/L)	≤	0.5
总β放射性/(Bq/L)	≤	1

注：1. MPN表示最可能数；CFU表示菌落形成单位。当水样检出总大肠菌群时，应进一步检验大肠埃希氏菌或耐热大肠菌群；水样未检出总大肠菌群，不必检验大肠埃希氏菌或耐热大肠菌群。

2. 放射性指标超过指导值，应进行核素分析和评价，判定能否饮用。

5. 国家标准《包装饮用水》GB 19298—2014

表 1 感官要求

项目	要求		检验方法
	饮用纯净水	其他饮用水	
色度/度 ≤	5	10	GB/T 5750
浑浊度/NTU ≤	1	1	
状态	无正常视力可见外来异物	允许有极少量的矿物质沉淀,无正常视力可见外来异物	
滋味、气味	无异味、无异嗅		

表 2 理化指标

项目	指标	检验方法
余氯(游离氯)/(mg/L) ≤	0.05	GB/T 5750
四氯化碳/(mg/L) ≤	0.002	
三氯甲烷/(mg/L) ≤	0.02	
耗氧量(以 O_2 计)/(mg/L) ≤	2.0	
溴酸盐/(mg/L) ≤	0.01	
挥发性酚①(以苯酚计)/(mg/L) ≤	0.002	
氰化物(以 CN^- 计)②/(mg/L) ≤	0.05	
阴离子合成洗涤剂③/(mg/L) ≤	0.3	
总 α 放射性③/(Bq/L) ≤	0.5	
总 β 放射性③/(Bq/L) ≤	1	

① 仅限于蒸馏法加工的饮用纯净水、其他饮用水。
② 仅限于蒸馏法加工的饮用纯净水。
③ 仅限于以地表水或地下水为生产用源水加工的包装饮用水。

表 3 微生物限量

项目	采样方案①及限量			检验方法
	n	c	m	
大肠菌群/(CFU/mL)	5	0	0	GB 4789.3 平板计数法
铜绿假单胞菌/(CFU/250mL)	5	0	0	GB/T 8538

① 样品的采样及处理按 GB 4789.1 执行。

【用途】 地表水：质量标准中Ⅰ类，主要适用于源头水、国家自然保护区；Ⅱ类主要适用于集中式生活饮用水地表水源地一级保护区、珍稀水生生物栖息地、鱼虾类产卵场、仔稚幼鱼的索饵场等；Ⅲ类主要适用于集中式生活饮用水地表水源地二级保护区、鱼虾类越冬场、洄游通道、水产养殖区等渔业水域及游泳区；Ⅳ类主要适用于一般工业用水区及人体非直接接触的娱乐用水区；Ⅴ类主要适用于农业用水区及一般景观要求水域。

地下水：质量标准中Ⅰ类主要反映地下水化学组分的天然低背景含量，适用于各种用途；Ⅱ类主要反映地下水化学组分的天然背景含量，适用于各种用途；Ⅲ类以人体健康基准值为依据，主要适用于集中式生活饮用水水源及工、农业用水；Ⅳ类以农业和工业用水要求为依据，除适用

于农业和部分工业用水外，适当处理后可作生活饮用水；Ⅴ类不宜饮用，其他用水可根据使用目的选用。

海水：质量标准中第一类，适用于海洋渔业水域、海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区；第二类适用于水产养殖区、海水浴场、人体直接接触海水的海上运动或娱乐区，以及与人类食用直接有关的工业用水区；第三类适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区；第四类适用于海洋港口水域、海洋开发作业区。

生活饮用水：供人生活的饮用和生活用水。

电子超纯水：用于电子元件及集成电路。

【制法】 地表水、地下水、海水为天然生成；制备生活饮用水采用混凝、沉淀、澄清、气浮、过滤、消毒等工艺；电子超纯水采用离子交换、电渗析、微滤膜过滤等纯水制备工艺。

【安全性】 无毒。人体最高耐受量为 $2700mL/m^2$ 体积表面，过量地喝水会导致抽筋，由于渗透作用会导致电解质失衡，因此引起头疼、神志不清，严重者会造成昏迷甚至死亡。

Au 单质

单质系列产品包括金属单质和非金属单质。其中金属单质有 21 个品种，非金属单质为 7 个品种。

铱粉、铑粉、海绵钯、海绵铂用于电气仪表、化学工业及制造精密合金等工业之用。铁粉用于电子工业、粉末冶金，用作还原剂。钼粉用作大型板坯、硅化钼电热元件的原料。钨粉用作大型板坯、钨铼电偶原料，也用作触头合金、高密度屏蔽原料。海绵钛用于制造钛合金、钛板材，大量用于制造超音速飞机的结构材料、喷气发动机的压缩部件；在民用工业用于制造各种泵、阀门和各种机器零件。金属铬用作炼制高温合金、电阻合金、精密合金的铬元素添加剂。金属铊供提纯、制造合金、仪表及半导体掺杂等之用。金属镉大量用于制造半导体、焊料、光电管、光学材料、镉镍合金和镍镉电池。金属锂用于化工、医药、有色合金，是生产高纯锂的原料。金属钾用作生产超氧化钾的原料，用于制造热交换合金和光电管。金属钠在冶金工业中用于生产金属钛和金属锆；在电光源工业中用于制造单色光源的钠光灯。金属钙用作合金的脱氧剂、高质量金属冶炼的还原剂，镁粉用于制造烟火和信号弹。锌粉主要用于涂料、染料、冶金、化工及制药等工业。

单晶锗和硅单晶用于制造半导体元件。硅多晶是制造硅单晶的原料。纳米硅粉由齐齐哈尔东北超微粉制造有限公司（由中科院金属研究所试制成功）于 1997 年 9 月投入生产，使我国成为继美国、日本之后能生产纳米硅粉的国家。北京有色金属研究总院于 1997 年 9 月研制成功我国第 1 根直径 12in（1in＝0.0254m）的直拉硅单晶，使我国成为继美国、日本、德国之后具有拉制大直径硅单晶技术的国家。砷供制造合金和半导体等工业用。硒用于整流器、硒感光板、复印硒鼓、合金、搪瓷和玻璃生产等。碲用于半导体元件、合金、化工原料及铸铁、橡胶、玻璃等作添加剂。无定形石墨用于铸造、涂料、电池碳棒、电糊原料、焊条的配料及炼钢增碳。鳞片石墨用于制造石墨坩埚和翻砂铸模面的涂料、炼钢炉衬里和保护渣；电气工业用作电极、电刷、电池正极导电材料，化肥工业用作催化剂材料及耐高温、高压密封件；还用作润滑剂、防腐油漆、原子能反应堆中的中子减

速剂及宇航工业中的防腐剂。

从上述用途来看，单质系列产品在国民经济中占有重要地位。

单晶锗和硅单晶的工业生产方法有坩埚直拉法和悬浮区熔法。金属钠的工业生产是采用电解食盐法，国内引进美国的四阳极电解技术，使电解用电力为 11000～12000kW・h/t，因为节约电能技术而受到重视。电解烧碱法制金属钠目前已被淘汰。

用无水氯化钙熔融电解制金属钙的电解法仍然是工业生产金属钙的主要方法。

金属锂的工业生产采用氯化锂熔融盐电解法。

金属镉、铱粉、铑粉、海绵钯、海绵铂、金属铊等均采用相应的原料进行湿法生产。

我国生产上述单质所需的原料资源丰富，如生产金属钠所需的食盐原料，不仅有丰富的沿海海盐，还有内地的井盐、矿盐和盐湖盐，为发展上述单质产品提供了有利条件。

Au001 金属钡

【英文名】 barium，metal

【结构式】 Ba

【分子量】 137.33

【物化性质】 黄银白色软金属。相对密度 3.62，熔点 725℃，沸点 1640℃。体心立方：a=0.5025nm。熔化热 7.66kJ/mol，汽化热 149.20kJ/mol，蒸气压 0.00133kPa（629℃）、1.33kPa（1050℃）、101.3kPa（1640℃），电阻率 29.4μΩ・cm，电负性 1.02。Ba^{2+} 半径 0.143nm，热导率 18.4（25℃）W/(m・K)。线胀系数 1.85×10^{-5}m/(m・℃)。在常温下很容易与水反应释出氢气，微溶于酒精，不溶于苯。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
金属钡(Ba)含量/% ≥	99.0

【用途】 广泛用于脱气合金，有铅、钙、镁、钠、锂、铝及镍等合金。作消气剂用于清除无线电真空管中残留的微量气体，还用于制造钡盐。

【制法】 铝热还原法：将硝酸钡热分解制得氧化钡，用细粒铝作还原剂，配料比按 3BaO：2Al 进行，把氧化钡和铝先制成团矿，将此团矿装入蒸馏器，加热至 1150℃进行还原蒸馏提纯，制得的钡纯度为 99%。

【安全性】 粉尘在常温下易自燃，遇热、火焰或化学反应便能引起燃烧和爆炸。易遇水分解，并与酸类发生剧烈反应，放出氢气，可被反应热引起燃烧。遇氟、氯等会发生剧烈的化学反应，金属钡遇水即生成氢氧化钡，具有腐蚀作用，同时水溶性钡盐有很大毒性。该物质对环境可能有危害，建议不要让其进入环境。

危规编号：遇湿易燃物品。GB 4.3 类 43009。UN No.1400。IMDG CODE 4332 页，4.3 类。

误服时要饮足量温水，催吐，用 2%～5%硫酸钠溶液洗胃，导泻，就医。吸入粉尘会引起中毒，应使患者脱离污染区，安置休息并保暖；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。不慎溅入眼睛，用大量水冲洗，严重者就医诊治。皮肤接触先用水冲洗，再用肥皂彻底洗涤，如有灼伤就医诊治。误服立即漱口，急送

医院救治。

在处理钡时，要加强操作人员的安全防护措施。所有废弃物均应用硫酸亚铁或硫酸钠进行处理，使有毒的钡盐转化成溶解度小的硫酸钡。

操作人员佩戴自吸过滤式防尘口罩，戴化学安全防护眼镜，穿化学防护服，戴橡胶手套。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备。避免与氧化剂、酸类、碱类接触，尤其要注意避免与水接触。

保存在煤油和液体石蜡中，用玻璃瓶包装，气密封口，每瓶净重 1kg，再集中于木箱，内衬垫料。包装上应有明显的“遇湿易燃物品”标志，副标志：毒害品。

贮存于阴凉、干燥、通风的不燃结构的库房内。远离热源和火种，防潮，防止容器破损。不可接触水、酸、氧化剂。与有机物和可燃物及易氧化物隔离贮运，雨天不可搬运。

失火时，可用干砂土、干燥石墨粉或干粉灭火器灭火，不可用水、泡沫、二氧化碳或卤代烃灭火剂（如 1211 灭火剂）灭火。

【生产单位】 黔东南州黔湘源冶化有限公司，余姚市晨华电真空器件厂，遵义市华才金属钡化工有限公司，北京环球金鑫国际科技有限公司。

Au002 金属镉

【英文名】 cadmium metallic

【结构式】 Cd

【分子量】 112.41

【物化性质】 为六方形银白色有延展性的金属。熔点 320.9℃，沸点 765℃，相对密度 8.642，莫氏硬度 2.0。镉不溶于碱液，溶于热硫酸、稀硝酸、硝酸铵溶液，在热盐酸中溶解缓慢，不溶于水。在潮湿空气中易被氧化失去光泽，生成一层氧化物薄膜，可防止进一步氧化。不能与氢、氮、碳直接反应。

【质量标准】 有色金属行业标准《镉锭》YS/T 72—2014

牌号	化学成分质量分数/%										
	Cd	杂质 ≤									
	≥	Pb	Zn	Fe	Cu	Ti	Ni	As	Sb	Sn	Ag	总和
Cd99.995	99.995	0.002	0.001	0.0010	0.0007	0.0010	0.0005	0.0005	0.0002	0.0002	0.0005	0.0050
Cd99.99	99.99	0.004	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.0015	0.002	—	0.010
Cd99.95	99.95	0.02	0.03	0.003	0.01	0.003	—	—	—	—	—	0.050

【用途】 镉主要用于钢、铁、铜、黄铜和其他金属的电镀，对碱性物质的防腐蚀能力强。镉可用于制造体积小和电容量大的电池。①用于制造合金。镉作为合金组土元能配成很多合金，如含镉 0.5～1.0 的硬铜合金，有较高的抗拉强度和耐磨性。镉（98.65）镍（1.35）合金是飞机发动机的轴承材料。很多低熔点合金中含有镉，著名的伍德易熔合金中含有镉达 12.5。②镉具有较大的热中子俘获截面，因此含银（80）、铟（15）、镉（5）的合金可作原子反应堆的中子吸收控制棒。③镉的化合物曾广泛用于制造黄色颜料、塑料稳定剂、电视映像管荧光粉、杀虫剂、杀菌剂、油漆等。④用于电镀等。镉氧化电位高，故可用作铁、钢、铜之保护膜，广用于电镀防腐上，但因其毒性大，这项用途有减缩趋势。⑤用于充电电池。镍-镉和银-镉电池具有体积小、容量大等优点。⑥此外，镉还用于制造镉蒸气灯、烟幕弹，大量用于制造半导体、焊料、光电管、光学材料、炸药、镶牙用合金，标准电池、冶金去氧剂。

【制法】 有从镉渣中提隔的湿法和从富镉

尘中提镉的火法（联合法），还有湿法，也是生产镉的主要方法。

湿法：将生产氧化锌的含镉废渣先用硫酸调节 pH＝5.4 进行浸取，经压滤后，滤液加热到 90℃，加入高锰酸钾氧化，使铁等杂质沉淀，再过滤除去杂质，加入锌片转化得到海绵镉，然后用稀硫酸洗涤，再用水洗后压团，加入烧碱进行冶炼，冷却后，洗涤除去烧碱，制得成品。

【安全性】 镉蒸气和镉盐有毒，且毒性较大，被镉污染的空气和食物对人体危害严重。粉体遇高热、明火能燃烧甚至爆炸，生成氧化镉。欧盟将镉列为高危害有毒物质和可致癌物质并予以规管。

吸入镉燃烧形成的氧化镉烟雾，可引起急性肺水肿和化学性肺炎，个别病例可伴有肝、肾损害。对眼有刺激性。食入时会引起恶心、腹痛、腹泻、虚脱，甚至抽搐、休克。长期吸入较高浓度镉会引起职业性慢性镉中毒，临床表现有肺气肿、嗅觉丧失、牙釉黄色环、肾损害、骨软化症等。

皮肤接触时应脱去污染的衣着，用流动清水冲洗。眼睛接触时立即翻开上下眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗，严重者需就医。吸入时要迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，呼吸困难时给输氧；呼吸停止时，立即进行人工呼吸，就医。食入时要给饮足量温水，催吐，就医。

为了预防镉中毒，生产、熔炼、使用镉及其化合物的场所，应具有良好的通风和密闭装置。操作时应戴个人防毒面具，不应在生产场所进食和吸烟。中国规定的生产场所氧化镉最高容许浓度为 0.1mg/m^3。

用内衬聚乙烯塑料袋、外套塑料编织袋包装，每袋净重 25kg。包装上应有明显的“有毒品”标志。

金属镉应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，包装必须完整，不可与强酸、强碱及食用原料共贮混运。运输过程中要防雨淋、防烈日曝晒。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

失火时，可用水、干砂土、各种灭火器扑救。

【生产单位】 云南驰宏锌锗股份有限公司，株洲裕欣金属有限责任公司，中诺新材（北京）科技有限公司，广西华锡集团股份有限公司，葫芦岛有色金属集团公司，云南云铜锌业股份有限公司。

Au003 金属钙

【英文名】 calcium metallic

【结构式】 Ca

【分子量】 40.08

【物化性质】 银白色金属。相对密度 1.54，熔点（839±2）℃，沸点 1484℃。溶于酸、液氨，微溶于醇，不溶于苯。其纯度越高，在空气中表面变暗越慢。在空气中遇强热时，燃烧生成氧化钙和氮化钙。在 400℃以上和氢反应缓慢生成氢化钙。在常温下与水反应缓和，生成氢氧化钙保护膜，加热时与水激烈反应放出氢气。化学性质非常活泼，具有很强的还原能力，易与卤素、硫、氮等化合。加热时能还原几乎所有的金属氧化物，易燃。

【质量标准】 国家标准《金属钙及其制品》GB/T 4864—2008

牌号	Ca 质量分数/% ≥	活性 Ca 质量分数/% ≥	杂质元素含量质量分数/% ≤								
			Cl	N	Mg	Cu	Ni	Mn	Si	Fe	Al
Ca99.99	99.99	99.0	0.005	0.0015	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
Ca99.90	99.9	98.5	0.07	0.01	0.02	0.005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Ca99.50	99.5	98.0	0.20	0.05	0.10	0.03	0.003	0.008	0.008	0.002	0.008
Ca99.00	99.0	97.5	0.35	0.10	0.30	0.08	0.004	0.02	0.01	0.04	0.01

注：钙含量为 100％减去表列杂质元素含量总和之差。

【用途】 金属钙（含钙的中间合金）在钢铁工业中的主要用途是加工成金属钙粒，然后制成钙铁线或者纯钙线，最终用于钢铁的炉外精炼，其作用是脱硫、脱氧，增加钢水的流动性，促进钢水中夹杂物的快速上浮，一般用于优质钢的生产，用作合金的脱氧剂、高质量金属冶炼的还原剂、铁和铁合金的脱硫剂和脱碳剂、特殊钢结晶粒度调整剂，以及镁铸造表面的清洗剂。用于制造轴承合金、油类的脱水剂，制造无水酒精。是生产维生素 A 和氢化钙等的原料，也用于制备蓄电池、合金电极等。

【制法】

（1）电解法　将干燥后的无水氯化钙投入电解槽内，用氧炔焰喷熔电解槽内阳极（石墨）旁的原料，即开冷却水，将阴极（圆钢）放下，接触料液表面，通入电流，使熔融的料液流向阴极接通电路。待原料大部分熔融后继续再加新料，直到离槽沿 2～3cm，温度正常。

金属钙沉积在阴极上，电流为 350～450A，电压为 20～25V，在敲击阴极上沉积的金属钙以前，应将电流降低 50～100A。待敲下的金属钙放入油中后，阴极再接触电解质液面，再使电流升高 50～100A，为保持电解槽温度，应陆续加料。氯气由阳极逸出，回收利用。其反应式如下：

$$CaCl_2 \xrightarrow{\text{电解}} Ca + Cl_2\uparrow$$

（2）还原法　通常用石灰石为原料，经煅烧成氧化钙，以铝粉作还原剂，粉碎后按比例混合、压制成块，在 0.01 真空和 1050～1200℃ 温度下反应，生成钙蒸气和铝酸钙，还原成结晶钙，经熔融铸锭，得到钙锭。其反应式如下：

$$3CaO + 2Al \xrightarrow{\text{真空}} 3Ca + Al_2O_3$$

【安全性】 微细粉末在室温下遇潮湿空气能自燃，受高热或接触强氧化剂有发生燃烧爆炸的危险。能灼伤眼睛和皮肤。吸入粉尘会刺激呼吸道和肺，引起咳嗽、呼吸困难。对眼有刺激性，甚至引起灼伤，造成永久性损害。

接触或吸入时应立即脱离现场至空气新鲜处，并用大量流动清水冲洗至少 15min，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧，如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。误服者用水漱口，给饮牛奶或蛋清，就医。

遇湿易燃烧物品。危规编号：GB 4.3 类。UN No.1401；IMDG CODE 4335 页，4.3 类。产品装于金属桶或瓶中，采用充氩或其他密封包装。每桶净重 25kg，50kg，100kg。外包装上标明“易燃品”、“防潮”等字样。

应贮存在阴凉、通风、干燥和无腐蚀气氛中的库房内，严禁露天存放。不得与水、酸接触，在运输过程中应防水、防火、防潮，不准倒放，装卸时要轻拿轻放，严禁铁桶碰撞，以免包装破损，发生意外。

失火时，可用干砂土、干粉灭火器扑救，严禁用水。

【生产单位】 天津希恩思生化科技有限公司，潞城市中大金属制品有限公司，成都建中奥美特科技有限责任公司，上海顺有金属材料有限公司，安阳县钰丰冶金有限公司，鹤壁祥龙有色粉业有限公司，陕西中核特种冶金有限公司，宏瑞联合集团（原宏峰钙业），包头大华钙制品有限公司，成都大为冶金有限公司。

Au004 金属铯

【英文名】 cesium，metal

【结构式】 Cs

【分子量】 132.91

【物化性质】 银白色有延展性的金属。相对密度 1.892（18℃），熔点 28.44℃，沸点 671℃。在潮湿空气中迅速氧化，能自

燃着火。莫氏硬度 0.2。电阻率（0℃）19μΩ·cm、（30℃）36.6μΩ·cm。比热容（20℃）0.217J/(g·K)。熔化热 2.087kJ/mol；汽化热 68.85kJ/mol。热导率：35.9W/(m·K)，在熔点时液体为 18.4W/(m·K)，在沸点时蒸气为 0.0046W/(m·K)。与水或酸类反应释放出 H_2，剧烈反应时，有爆炸性。溶于液氨。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
金属铯(Cs)含量/% ≥	99.99

【用途】 长寿命的铯 137 是铀 235 的裂变产物。半衰期 30.17 年，可辐射 β 射线和 γ 射线，用作 β 和 γ 辐射源，用于工农业和医疗。随着核燃料放射性废物贮放的时间，其辐射的 γ 射线比例增加，是贮存的主要对象。

铯原子的最外层电子极不稳定，很容易被激发放射出来，变成为带正电的铯离子，所以是宇宙航行离子火箭发动机理想的“燃料”。

用铯做成的原子钟，可以精确地测出十亿分之一秒的一刹那，它连续走上三十万年，误差也不超过 1s，精确度相当高。

铯具有优异的光电性能，它们的电子逸出功很小，受光照射时，会被激发而放出电子，因而用于制造夜间观察物体的夜视仪和侦察望远镜、红外探测器等。

铯是制造光电管的主要感光材料，使用光波范围广、灵敏度高、稳定。此外，在易熔合金、离子发动机、磁流发电机、热电换能器及超临界蒸气发电系统等方面都用到铯。

【制法】 铯可以用电解法和热还原法制备。但是由于对电极有强腐蚀性，工业上一般不用电解法。所以工业上由氯化铯高温用金属钙还原制取金属铯。

$$Ca + CsCl_2 \longrightarrow 2Cs\uparrow + CaCl_2$$

制备的金属 Cs 再利用真空蒸馏法进行提纯，首先用扩散泵把装置抽成真空，将整个装置从 A 至 E 加热至 400～450℃，使其干燥数小时。然后把提纯的氩气充满整个装置，切开 A 处，将装有带挥发油的金属铯的容器送入管 B 中。待挥发油蒸发后，把管 B 再次封住，将装置抽成真空［≤10～6Torr（1Torr＝133.322Pa）］，用电炉在 E 附近进行加热至 170～180℃，使铯在管 D 蒸馏析出。靠装置旋转，使熔融的铯从管 D 流到安瓿中，冷却后，装置充满氩气，将安瓿熔融物切断，制得高纯金属 Cs。

【安全性】 毒性比钠更强，但尚无因铯而引起中毒的病例报道。

铯是仅次于汞的易熔金属，性质与钾相似，但比钾的反应性更强（碱金属中最活泼者）。化学反应活性很高，在潮湿空气中能自燃，与空气中的氧气反应则生成超氧化物，如混有有机物等，产生爆炸性反应。与水和酸强烈反应，发热冒烟，甚至发生燃烧爆炸，极易引起火灾。与卤素、硫黄和氧化剂接触剧烈反应。

危规编号：遇湿易燃物品。GB 4.3 类 43007。UN No.1407（铯）；IMDG CODE 4334 页，4.3 类。1383（粉末状铯），IMDG CODE 4255 页，4.2 类。

铯主要对眼睛、皮肤和黏膜有强刺激性和腐蚀性。大鼠腹腔 LD_{50} 89mg/kg，小鼠腹腔 LD_{50} 1700mg/kg。

皮肤接触时要脱去被污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。眼睛接触后提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗，就医。吸入时迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。食入后饮足量温水，催吐，就医。

如发生泄漏，要隔离泄漏污染区，限制出入，切断火源。建议应急处理人员戴自给式呼吸器，穿消防防护服。不要直接接触泄漏物。小量泄漏可收入金属容器并保存在煤油或液体石蜡中；大量泄漏时与

有关技术部门联系，确定清除方法。

建议特殊情况下，操作人员要佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩），戴化学安全防护眼镜，穿化学防护服，戴橡胶手套。工作现场严禁吸烟，注意个人清洁卫生。

用安瓿瓶包装，每瓶净重 0.5～1.0kg，再集中于木箱内衬垫料，包装上应有明显的“遇湿易燃物品”标志。

贮存于阴凉、干燥、通风的库房内，避免阳光直射，远离热源和火种。与有机物、易燃物和易氧化物隔离贮运。运输过程中要防雨淋和日晒。搬运时要轻装轻卸，防止容器破损。

失火时，不可用水、卤代烃（如1211灭火剂）、碳酸氢钠、碳酸氢钾作为灭火剂，即使用石墨干粉及干砂亦不适用。有效的灭火剂为：干燥氯化钠粉末、碳酸钠干粉、碳酸钙干粉。

【生产单位】 新疆有色金属研究所，武汉闻远稀有金属材料有限公司，成都市西奥化冶有限公司，湖南有色金属股份有限公司，上海欧金实业有限公司。

Au005 金属铬

【英文名】 chromium metallic

【结构式】 Cr

【分子量】 52.00

【物化性质】 为略带暗灰色的银白色金属（体心立方晶系）。熔点（1857±20）℃，沸点2672℃，相对密度 d^{28} 7.20。铝热法铬（Cr 99%）的熔化温度约为 1830℃，密度约为 7.2g/cm^3。电解铬（Cr 99.9%）的熔化温度约为 1850℃，密度约为 7.2g/cm^3。在 300℃以下对氧、氮、湿空气都很稳定。温度升高则氧化加快，但在表面形成氧化膜后，则氧化速度减慢，至 1200℃氧化膜破坏后则氧化速度加快，故在 1000℃以下铬有抗氧化能力。溶于稀硫酸、稀盐酸，不溶于水、硝酸、王水。

【质量标准】 国家标准《金属铬》GB/T 3211—2008

牌号	化学成分(质量分数)/%															
	Cr ≥	杂质 ≤														
		Fe	Si	Al	Cu	C	S	P	Pb	Sn	Sb	Bi	As	N Ⅰ	N Ⅱ	H	O
JCr 99.2	99.2	0.25	0.25	0.10	0.003	0.01	0.01	0.005	0.0005	0.0005	0.0008	0.0005	0.001	0.01		0.005	0.20
JCr99-A	99.0	0.30	0.25	0.30	0.005	0.01	0.01	0.005	0.0005	0.001	0.001	0.005	0.001	0.02	0.03	0.005	0.30
JCr99-B	99.0	0.40	0.30	0.30	0.01	0.02	0.02	0.01	0.0005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.05		0.01	0.50
JCr98.5	98.5	0.50	0.40	0.50	0.01	0.03	0.02	0.01	0.0005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.05		0.01	0.50
JCr98	98.0	0.80	0.40	0.80	0.02	0.05	0.03	0.01	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	—		—	—

注：表中的“—”表示该牌号产品中无该元素要求。铬的质量分数为 99.9% 减去表中杂质实测值总和后的余量，其他未测杂质元素含量按 0.1% 计。

【用途】 铬是脆性金属，不能单独作为金属材料，但与铁、镍、钴、钛、铝、铜等组成合金后，则成为具有耐热性、热强性、耐磨性及特殊性能的工程材料。金属铬用作生产各种以镍或钴为基的高温合金、钛合金、铝基合金、电阻合金和铜合金等的合金剂，部分用来生产不锈钢和耐热钢。这些材料广泛用于航空、宇航、核反应堆、汽车、造船、化工、军工等行业，此外还用于电镀行业。

【制法】 金属铬的生产方法有电解法、金

属热还原（铝热）法和真空碳还原法。我国金属铬生产以铝热法为主，少量采用电解法。

（1）铝热法　首先将铬铁矿先经碳还原制成碳素铬铁，再同纯碱、硝酸钠、白云石等混料进行氧化焙烧、浸取，将不溶于水的 Cr^{3+} 铬盐转化为溶于水的 Cr^{6+} 铬盐，得到铬酸钠（Na_2CrO_4）水溶液。往铬酸钠溶液中加入硫黄粉或硫化钠溶液，将 Cr^{6+} 还原为 Cr^{3+}，即 $Cr(OH)_3$ 沉淀，再经高温煅烧成氧化铬，然后用铝作还原剂进行冶炼、喷砂、精整，得到金属铬产品。

$$2(FeO \cdot Cr_2O_3)+4Na_2CO_3+7NaNO_3 \longrightarrow 4Na_2CrO_4+Fe_2O_3+4CO_2+7NaNO_2$$

$$8Na_2CrO_4+6Na_2S+23H_2O \longrightarrow 8Cr(OH)_3+3Na_2S_2O_3+22NaOH$$

$$2Cr(OH)_3 \longrightarrow Cr_2O_3+3H_2O$$

$$Cr_2O_3+2Al \longrightarrow 2Cr+Al_2O_3$$

用氢氧化铬法制取氧化铬具有工艺流程短、铬回收率高、不产生腐蚀性气体等优点，对厂房、设备维护有利，节约大量硫酸和化工原料，副产品海波（$Na_2S_2O_3$）可以回收利用，成本低。

铝热法的优点是铬铁矿中杂质大部分进入冶炼渣中，则混合料中全铬可配得较高，也减少了对环境的污染，焙烧过程消耗的纯碱较少，同时也提高了产品的品质。

（2）电解法　沿用铬铁矿钙法焙烧工艺，使三氧化二铬转化为铬酸钠，用稀溶液和水浸取成铬酸钠溶液。用铬酸钠作为补偿液进行电解时，阴极液为 40g/L（以 Cr 计）、90g/L（以 NH_4 计）；阳极液为 22g/L（以 Cr 计）、18g/L（以 NH_4 计），200g/L H_2SO_4。阴极用不锈钢，阳极用 Pb-Ag 合金，在温度约 60℃、槽电压 4.8V、电流密度 8.6A/cm^2 下进行电解，制得金属铬成品。

由于铬铁矿及其附加剂中硅、铝等杂质含量较高，致使工艺中排渣量大，因渣中含有毒的 Cr^{6+} 水溶，严重污染环境。

【安全性】 金属铬粉体遇高温、明火能燃烧。对人体几乎不产生有害作用，未见引起工业中毒的报道。但六价铬离子有致癌性，对环境有严重危害，对水体、土壤和大气可造成污染，大鼠 LD_{50} 27.5mg/kg。

皮肤接触后可脱去污染的衣着，用流动清水冲洗。眼睛接触可提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗，就医。吸入时脱离现场至空气新鲜处。食入后饮足量温水，催吐，就医。

产品用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重 50kg 或 100kg。应存放于干燥、清洁的库房内。不得与酸类、食品原料共贮混运，避免扬尘。搬运时轻装轻卸，防止包装破损。

失火时可用干粉、砂土扑灭。

【生产单位】 河南焯晟金属加工有限公司，锦州宏达铁合金有限公司，湘西铭州鑫汇金属新材料有限公司，甘肃锦世化工有限责任公司，五矿（湖南）铁合金有限责任公司，中信锦州铁合金股份有限公司，娄底市大金新材料有限公司，湖南邵阳县中旺有色金属材料有限公司。

Au006 锗单晶

【别名】 单晶锗

【英文名】 germanium monocrystal

【结构式】 Ge

【分子量】 72.59

【物化性质】 为灰白色金属。熔点 937.4℃，沸点 2830℃，相对密度 d_{25}^{29} 5.35。溶于浓硫酸、硝酸、王水中，不溶于水、碱。锗具有半导体性质。

【质量标准】 国家标准《锗单晶和锗单晶片》GB/T 5238—2009

表 1　锗单晶和锗单晶片的电阻率参数

导电类型	掺杂剂	电阻率范围/Ω·cm	断面电阻率不均匀度/% ≤
P	Ga	0.001～45	10
	In	0.001～45	
	Au+Ga(In)	0.5～5	
N	Sb	0.001～45	

表 2　锗单晶和锗单晶片的少数载流子寿命

电阻率范围/Ω·cm	少数载流子寿命/μs ≥	
	N 型	P 型
<0.8	—	—
≥0.8～2.5	100	80
>2.5～4.0	150	120
>4.0～8.0	220	20
>8.0～16.0	350	300
>16.0～45	600	500

表 3　锗单晶的规格

导电类型	掺杂剂	直径/mm	直径允许偏差/% ≤	长度/mm
P	Ga	10～100	10	40～200
	In	10～100		
	Au+Ga(In)	10～100		
N	Sb	10～100		

【用途】 制造半导体器件用。在高纯金属锗中掺入三价元素，如铟、镓、硼等，得到 P 型锗；掺入五价元素，如锑、砷、磷等，得到 N 型锗。

锗在电子工业中的用途已逐渐被硅代替。但由于锗的电子和空穴迁移率较硅高，在高速开关电路方面，锗比硅的性能好。锗在红外器件、γ 辐射探测器方面有新的用途。

【制法】 工业生产有坩埚直拉法和悬浮区熔匀平法。

(1) 坩埚直拉法　拉晶前先将设备各部件、合金石英坩埚、高纯锗锭和籽晶进行清洁处理。将高纯锗经配料和掺杂，加入单晶炉的合金石英坩埚中，再经抽真空、熔化，在流通的氩气气氛下，人工引晶放肩和收尾。在晶体的等径生长过程中，控制拉速、坩埚和籽晶转速等措施，以及自动控制炉温和单晶直径等技术使其获得直径均匀的产品。经检测、称量，制得锗单晶成品。

(2) 悬浮区熔匀平法　所用的炉子为水平式石英管加热炉，能生产电阻率均匀的锗单晶。

【安全性】 能刺激皮肤、黏膜和眼睛，空气中最大容许浓度（以 Ge 计）为 $1mg/m^3$。生产人员应穿工作服，戴口罩和乳胶手套等劳保用品。

产品用清洁的聚乙烯塑料袋逐根密封包装，并附有产品合格证，再放入有软垫的硬纸盒内，然后置于木箱内，并用防震填料塞紧，以防窜动。箱外应标有“小心轻放”、“防潮”字样或标志。应贮存放在阴凉、干燥、洁净、无化学药品腐蚀气氛的库房内，防潮。不可与酸、碱类产品共贮混运。在运输过程中要防雨淋、防震。装卸时要小心轻放，防止碰撞和滚动，防止机械损伤。

【生产单位】 南京中锗科技股份有限公司，云南驰宏锌锗股份有限公司，云南祥云飞龙再生科技股份有限公司，云南临沧鑫圆锗业股份有限公司，北京有色金属研究总院。

Au007 铱粉

【英文名】 iridium powder

【结构式】 Ir

【分子量】 192.22

【物化性质】 铱为银白色硬而脆的金属（面心立方结晶），铱粉为灰色粉末状。熔点 2450℃，沸点 4130℃，相对密度 22.42。可缓慢溶于王水，不溶于水、酸和碱。

【质量标准】 国家标准《铱粉》GB/T 1422—2004

牌号		SmIr 99.99	SmIr 99.95	SmIr 99.9
铱含量/% ≥		99.99	99.95	99.9
杂质含量/% ≤	Pt	0.003	0.02	0.03
	Ru	0.003	0.02	0.04
	Rh	0.003	0.02	0.03
	Pd	0.001	0.01	0.02
	Au	0.001	0.01	0.02
	Ag	0.001	0.005	0.01
	Cu	0.002	0.005	0.01
	Fe	0.002	0.005	0.01
	Ni	0.001	0.005	0.01
	Al	0.003	0.005	0.01
	Pb	0.001	0.005	0.01
	Mn	0.002	0.005	0.01
	Mg	0.002	0.005	0.01
	Sn	0.001	0.005	0.01
	Si	0.003	0.005	0.01
	Zn	0.002	0.005	0.01
	Ca	—	—	—
杂质总量/% ≤		0.01	0.05	0.1

注：1. 未规定的元素和挥发物的控制限及分析方法，由供需双方共同协商确定。

2. Ca为非必测元素。

【用途】 是最耐腐蚀的金属。高硬度铱铂合金常用于制笔尖，还可用作有机合成的催化剂。化学工业中作为有机物氢化、脱氢、氧化反应的催化剂。在电子电器工业上，用于制造电阻线、热电偶、铱阴极丝、继电器、电触头及印刷电路等。高硬度的铱铂合金常用来制造陀螺仪导电环、笔尖、钟表、仪器轴承等。国际标准米尺就是用10%铱和90%铂的合金制成的。铱还可作高温反应坩埚。

【制法】 工业生产可由矿石用干法制造；亦可以铜、镍的硫化矿制取铜、镍的生产过程中产生的副产物作为原料，用湿法冶炼制得。

湿法：把已提取镍、铜后的残留组分作为原料，加入王水进行抽提，经提取铂和钯，从残分中经处理提取铑、钌、锇。最后将残分加入王水处理，将得到的溶液加入氯化铵进行反应，生成氯铱酸铵沉淀。经重结晶，把氯铱酸铵用氢气还原，制得约99.9%铱成品。

【安全性】 产品装于带有塑料密封盖的聚乙烯塑料瓶中，严密封口，放入箱中进行包装或外包装。每瓶1g、5g、10g、25g、50g、100g、250g、500g、1000g。应贮存放在干燥、清洁的库房内，不可与易燃物品共贮混运。运输过程中要防雨淋和防潮。装卸时要轻拿轻放，防止剧烈碰撞，以免包装瓶破裂。

【生产单位】 江西汉氏铂业有限公司，陕西开达化工有限责任公司，北京中金研新材料科技有限公司，贵研铂业股份有限公司，金川集团有限公司，南京东锐铂业有限公司。

Au008 铁粉

【英文名】 iron powder

【结构式】 Fe

【分子量】 55.85

【物化性质】 灰色金属，质软。熔点1535℃，沸点2750℃，相对密度7.86。溶于盐酸、硫酸和稀硝酸。发烟硝酸可使铁"钝化"，在表面产生一层氧化膜阻止它继续溶于酸。不溶于冷水、热水、碱、乙醇和乙醚。

【质量标准】 有色金属行业标准《粉末冶金用还原铁粉》YB/T 5308—2011

表1　铁粉产品的化学分析

牌号	化学分析/%							
	总铁	杂质量 ≤						
	≥	Mn	Si	C	S	P	盐酸不溶物	氢损
FHY 80·23	98.00	0.40	0.15	0.07	0.030	0.030	0.40	0.50
FHY80·25	98.00	0.40	0.15	0.05	0.030	0.030	0.40	0.45

续表

牌号	化学分析/%							
	总铁	杂质量 ≤						
	≥	Mn	Si	C	S	P	盐酸不溶物	氢损
FHY100·25	98.50	0.35	0.10	0.03	0.030	0.020	0.30	0.30
FHY100·27	98.50	0.35	0.10	0.03	0.030	0.020	0.25	0.25
FHY 200	98.00	0.35	0.10	0.10	0.030	0.030	0.50	0.50

注：由铁精矿粉所制铁粉的盐酸不溶物含量可由供需双方共同协商确定。

表 2　铁粉产品的物理-工艺性能

牌号	松装密度/(g/cm^3)	流动性/(s/50g)≤	压缩性/(g/cm^3)≥	筛分析/%				
				＞250μm(+60目)	＞180μm(+80目)	＞150μm(+100目)	＞75μm(+200目)	＜45μm(−325目)
FHY 80·23	2.20～2.45	38	6.40	0	≤3	余量		5～25
FHY80·25	2.45～2.70	35	6.45	0	≤3	余量		5～25
FHY100·25	2.40～2.60	35	6.60	—	0	≤5	余量	5～30
FHY100·27	2.60～2.80	30	6.70	—	0	≤5	余量	5～30
FHY 200	2.00～2.80	—	—	—	—		≤5	≥32

注：除 FHY 200 牌号外，其余牌号铁粉小于 75μm（−200 目）的粉末应为 40%～60%。

【用途】 产品主要应用在电子、医药、化工、保健品、环保、机械制造等行业，质量稳定。用于粉末冶金作还原剂。

FHY 80·23 主要用于低、中密度的材料和制品。FHY 80·25 主要用于一般中密度的材料和制品。FHY 100·25 主要用于中高密度的材料和制品。FHY 100·27 主要用于高密度的材料和制品。FHY 200 用于其他材料和制品。

【制法】 铁粉的生产方法中，还原法和雾化法是主要的生产方法。这两种方法的生产能力在世界铁粉总生产能力中大约各占一半。电解法和羰基法主要用于制作磁性材料所需的高纯度、细粒度的铁粉，产量很少。

还原法：将氢氧化铁于 110～120℃干燥后研成细粉，以薄层放入瓷管或耐熔玻璃管中，然后将管子放入电炉内。先通入干燥氢气流排出管中的空气，继续通入氢气并将管子逐渐加热至深红炽热。还原作用进行到管内不再产生水分为止。让管子在氢气流中完全冷却后，制得铁粉成品。其反应式如下：

$$2Fe(OH)_3+3H_2 \longrightarrow 2Fe+6H_2O$$

雾化法：用高压水流或空气流把熔融铁水流冲击成雾状，制成铁粉。此法用电炉熔炼，可利用废钢为原料，生产率高；但雾化后需还原退火（脱碳降氧）、研磨等后续处理才能获得优质铁粉。粉末颗粒一般为不规则形状或近球形。此法常用两种生产方式：①用水或空气雾化高碳铁水流；②用高压水雾化低碳钢水流。高压水雾化法应用广泛，还可以生产完全合金化的低合金钢粉。

【安全性】 吸入铁粉或氧化铁烟粉尘刺激呼吸道，引起咽喉发炎、咳嗽、呼吸短促、乏力、疲劳、寒颤、出汗、肌肉和关节疼痛；皮肤接触热金属会灼伤，眼睛接触粉尘可导致发炎和灼伤；食入可导致昏睡、呆滞、心跳和呼吸加速、休克、吐血、腹泻；长期暴露其粉尘中吸入过量会导致肺、脾、淋巴系统产生铁沉积；吸入粉尘导致肺部产生色斑。皮肤接触时若接触热金属，用大量冷水冲洗至少 5min；

若严重灼伤，就医。眼睛接触者用大量水冲洗 15min，就医。吸入时将患者移至新鲜空气处，施行呼吸复苏术，就医。食入时让患者吃鸡蛋或饮牛奶，立即就医；食入 1h 内必须洗胃。

生产人员应穿工作服、戴防尘口罩等劳保用品。生产设备要密闭，车间通风良好，应注意防尘。

用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋，或用聚乙烯塑料桶等严密包装，每袋净重 25kg，每桶净重 50kg。包装容器上应标明“防潮”字样。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内。不可与酸类及易燃物共贮混运。在运输过程中要防雨淋和防潮。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

【生产企业】 莱钢集团粉末冶金公司，巩义市兴鲁粉末冶金厂，无锡市赛瑞金属粉末制造有限公司，四川科汇实业有限责任公司，武钢集团粉末冶金公司，河南省仁和冶金材料有限公司，马钢集团粉末冶金公司，鞍钢机总冶金粉材厂。

Au009 金属锂

【英文名】 lithium metallic

【结构式】 Li

【分子量】 6.941

【物化性质】 为银白色的软金属。熔点 180.54℃，沸点 1342℃，蒸气压 0.13kPa (23℃)，相对密度 d^{20} 0.534。室温时在干燥的空气中几乎不能被氧化，对水的反应也很慢，在碱金属中反应性最低。但是，锂可迅速溶解在液氨中，能与氮反应，所以气体介质应该使用氩或氦。不溶于烃类，溶于硝酸、液氨。

【质量标准】 国家标准《锂》GB/T 4369—2007

牌号	化学成分质量分数/%										
	Li ≥	杂质含量 ≤									
		K	Na	Ca	Fe	Si	Al	Ni	Cu	Mg	Cl^-	N
Li-1	99.99	0.0005	0.001	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.001	0.004
Li-2	99.95	0.001	0.010	0.010	0.002	0.004	0.005	0.003	0.001	—	0.005	0.010
Li-3	99.90	0.005	0.020	0.020	0.005	0.004	0.005	0.003	0.004	—	0.006	0.020
Li-4	99.00	—	0.200	0.040	0.010	0.040	0.020	—	0.010	—	—	—
Li-5	98.00	—	0.8-1.6	0.100	0.030	0.050	0.040	—	—	—	0.010	—

注：1. 锂含量（质量分数）为 100%减去表中杂质实测总和后的余量。
2. 需方如对锂的化学成分有特殊要求时，由供需双方商定。

【用途】 可用于化工、医药等作原料，合成橡胶工业中用作催化剂，还广泛应用于航空、建材、核工业、电池、机械等行业，是生产高纯锂的原料。用作还原剂与氢化剂、合金硬化剂、铜和铜合金中的脱氧剂。

【制法】 有熔盐电解法和真空热还原法。

电解法：以无水氯化锂为原料，加入电解槽中加热熔融进行电解，制得金属锂成品。其反应式如下：

$$2LiCl \xrightarrow{电解} 2Li + Cl_2\uparrow$$

真空热还原法：采用碳酸锂为原料，生产过程中不产生氯气，具有流程短、成本低、质量好、无污染等优点。但回收率低、装置结构复杂，有待进一步改进完善。

【安全性】 锂的化学反应活性很高，加热至熔融状态时能在空气中自燃，但粉尘能

在常温下燃烧。遇水或酸发生反应放出氢气及热量，能引起燃烧。燃烧后即成熔融物流散，并放出白色浓烟，使火场全部荫蔽。金属锂能在空气、氧气、氮气或二氧化碳中燃烧，特别是在有氧化锂或氮化锂存在下极易燃烧。锂在高温下能与混凝土或其他含湿的材料猛烈反应，反应放出的氢气与空气能形成爆炸性混合物。与卤素、硫、磷等发生剧烈的化学反应，引起燃烧。

锂具有强烈腐蚀性，眼和皮肤接触引起刺激或灼伤。LD_{50} 为 1000mg/kg（小鼠腹腔内）。

皮肤接触后要立即脱去被污染的衣着，用大量流动清水冲洗，至少 15min，就医。眼睛接触后立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15min，就医。吸入情况下迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。误服者用水漱口，给饮牛奶或蛋清，就医。

如发生泄漏，要隔离泄漏污染区，限制出入，切断火源。建议应急处理人员戴自给式呼吸器，穿防毒服，不要直接接触泄漏物。小量泄漏时收入金属容器并保存在煤油或液体石蜡中。大量泄漏时与有关技术部门联系，确定清除方法。

生产人员应穿工作服，戴防护口罩、乳胶手套等劳保用品，以保护呼吸器官和皮肤，生产设备要密闭，车间通风应良好。工作现场严禁吸烟，注意个人清洁卫生。

属一级遇水燃烧物品。危规编号：GB 4.3 类。UN No.1415；IMDG CODE 4345 页，4.3 类。

产品置于清洁、干燥的金属容器中，用凡士林油和固体石蜡的混合物（质量比为 1∶1）或用氩气作保护介质，密封。外包装为木箱，箱内用软物填充，每箱净重 15kg。箱外注明“防火”、“防潮”、“防震”等字样。应贮存在阴凉、通风、干燥、清洁、无腐蚀性气氛的库房内，禁止存放在栈台及露天场所。运输过程中要防雨淋、防潮、防火，装卸时要轻拿轻放，包装桶严禁倒置，不得剧烈碰撞，以免损坏包装。

失火时，最好的灭火方法是用干燥石墨粉、碳酸钙干粉、干砂土和石棉布隔绝空气闷熄火苗。不得使用水、四氯化碳、泡沫、干粉及二氧化碳灭火器进行灭火。

【生产单位】 成都建中奥美特科技有限责任公司，上海顺有金属材料有限公司，中核建中核燃料元件有限公司，新疆有色金属研究所，四川国理锂材料有限公司，江西赣锋锂业股份有限公司，新疆锂盐厂，无锡新能锂业有限公司，泰州宏伟锂业有限公司。

Au010 镁粉

【英文名】 magnesium powder

【结构式】 Mg

【分子量】 24.31

【物化性质】 银白色金属（六方晶系）。熔点 648.5℃，沸点 1107℃，相对密度 1.74。溶于无机酸、铵盐类，不溶于冷水、铬酸酐、碱，遇热水分解生成氢氧化镁。在干燥空气中并不丧失光泽，但在潮湿空气中氧化成灰色氧化膜。块状在常温下稳定，但粉末及碎屑有着火的危险，处理时应加注意。在高温时，块状容易氧化燃烧，应该在二氧化硫或六氟化硫气氛的保护下进行热处理等操作。

【质量标准】 国家标准《镁粉　第 1 部分　铣削镁粉》GB/T 5149.1—2004

以铣削法生产的镁分为五个牌号，如表 1 所示。以铣削粉碎法生产的镁粉分为六个牌号，如表 2 所示。镁粉的粒度、松装密度和化学成分应分别符合表 1 和表 2 的规定。

表 1 铣削法生产的镁粉

<table>
<tr><th rowspan="3">牌号</th><th colspan="3">粒 度</th><th colspan="5">化学成分/%</th></tr>
<tr><th rowspan="2">筛网孔径 /μm</th><th rowspan="2">质量分数 /%</th><th rowspan="2">松装密度 /(g/cm^3)</th><th rowspan="2">活性镁 ≥</th><th colspan="4">杂质含量 ≤</th></tr>
<tr><th>Fe</th><th>Cl^-</th><th>H_2O</th><th>盐酸不溶物</th></tr>
<tr><td rowspan="3">FM1</td><td>+50</td><td>0.3</td><td rowspan="3">0.35</td><td rowspan="14">98.5</td><td rowspan="14">0.2</td><td rowspan="14">0.005</td><td rowspan="14">0.1</td><td rowspan="14">0.2</td></tr>
<tr><td>+450</td><td>2</td></tr>
<tr><td>−250</td><td>8</td></tr>
<tr><td rowspan="3">FM2</td><td>+450</td><td>0.3</td><td rowspan="3">0.35</td></tr>
<tr><td>+315</td><td>8</td></tr>
<tr><td>−180</td><td>12</td></tr>
<tr><td rowspan="3">FM3</td><td>+450</td><td>0.3</td><td rowspan="3">0.38</td></tr>
<tr><td>+250</td><td>8</td></tr>
<tr><td>−140</td><td>12</td></tr>
<tr><td rowspan="3">FM4</td><td>+250</td><td>0.3</td><td rowspan="3">0.40</td></tr>
<tr><td>+180</td><td>6</td></tr>
<tr><td>−100</td><td>12</td></tr>
<tr><td rowspan="2">FM5</td><td>+160</td><td>0.3</td><td rowspan="2">0.45</td></tr>
<tr><td>+100</td><td>10</td></tr>
</table>

注：1. 筛网孔径的数字为网孔每边基本尺寸，即筛网名义筛分粒度。“+”表示筛上物，“−”表示筛下物。

2. 本表所列的镁粉主要用作烟火剂。

3. 用户有特殊要求时，由供需双方协商确定，并在合同中注明。

表 2 铣削粉碎法生产的镁粉

<table>
<tr><th rowspan="3">牌号</th><th colspan="3">粒 度</th><th colspan="5">化学成分/%</th></tr>
<tr><th rowspan="2">筛网孔径 /μm</th><th rowspan="2">质量分数 /%</th><th rowspan="2">松装密度 /(g/cm^3)</th><th rowspan="2">活性镁 ≥</th><th colspan="4">杂质含量 ≤</th></tr>
<tr><th>Fe</th><th>Cl^-</th><th>H_2O</th><th>盐酸不溶物</th></tr>
<tr><td rowspan="4">FM6</td><td>+1600</td><td>0.5</td><td rowspan="4">0.35</td><td rowspan="4">98.5</td><td rowspan="19">0.2</td><td rowspan="19">0.005</td><td rowspan="19">0.1</td><td rowspan="19">0.2</td></tr>
<tr><td>+850</td><td>25</td></tr>
<tr><td>−400</td><td>10</td></tr>
<tr><td>−200</td><td>2</td></tr>
<tr><td rowspan="4">FM7</td><td>+1000</td><td>0.5</td><td rowspan="4">0.35</td><td rowspan="4">98.5</td></tr>
<tr><td>+850</td><td>50</td></tr>
<tr><td>−400</td><td>5</td></tr>
<tr><td>−200</td><td>2</td></tr>
<tr><td rowspan="3">FM8</td><td>+800</td><td>1.5</td><td rowspan="3">0.38</td><td rowspan="3">98.5</td></tr>
<tr><td>+500</td><td>40</td></tr>
<tr><td>−200</td><td>1.5</td></tr>
<tr><td rowspan="3">FM9</td><td>+450</td><td>0.3</td><td rowspan="3">0.40</td><td rowspan="3">98.0</td></tr>
<tr><td>+250</td><td>8</td></tr>
<tr><td>−140</td><td>12</td></tr>
<tr><td rowspan="3">FM10</td><td>+200</td><td>0.3</td><td rowspan="3">0.40</td><td rowspan="3">96.5</td></tr>
<tr><td>+154</td><td>7</td></tr>
<tr><td>−60</td><td>15</td></tr>
<tr><td rowspan="2">FM11</td><td>+76</td><td>5</td><td rowspan="2">0.45</td><td rowspan="2">95.5</td></tr>
<tr><td>+60</td><td>15</td></tr>
</table>

注：1. 筛网孔径的数字为网孔每边基本尺寸，即筛网名义筛分粒度。“+”表示筛上物，“−”表示筛下物。

2. 本表所列的镁粉主要用作炼钢脱硫剂和烟火剂。

3. 用户有特殊要求时，由供需双方协商确定，并在合同中注明。

钝化处理：用作炼钢脱硫剂的镁粉需要进行钝化处理。钝化处理工艺由供需双方协商确定。但应保证合理化处理后的镁含量不小于 92.0%，燃点不低于 560℃，在 1000℃时的阻燃时间不少于 15s，自然坡度角不大于 30°。

外观质量：铣削法生产的镁粉颗粒形状类似菱形，呈银白色。铣削粉碎法生产的镁粉颗粒形状类似不规则球状，钝化前呈银白色，钝化后呈灰白色。镁粉应无异类夹杂物和结块，钝化后的镁粉应覆层致密，但允许有微量钝化层粉末。

【用途】 用于制造烟火和信号弹。用作还原剂，制闪光粉、铅合金，冶金中作去硫剂、净化剂，此外用于有机合成等的脱水剂或直接用镁粉制取镁的有机化合物。特别是近几年来，镁粉在喷涂、防腐行业中的用途越来越大，在单晶硅、多晶硅以及冶金粉末压铸方面用量也很大。

【制法】 铣削法：将镁锭铣削加工成所需的粒度，经过筛选分级，制得镁粉成品。工艺简图：镁环→酸洗→车端面→铣削→风力抽动分离→筛子分级→不同规格镁粉→搅拌机搅拌→包装→检查验收→成品。

覆盐法：用于生产颗粒状镁粉。工艺简图：镁锭和氯化钾混合→熔融→搅拌出炉→镁粒和熔盐→颚式破碎→粉碎机粉碎→筛分→镁粒→包装→成品。

非覆盐法：也用于生产颗粒状镁粉。工艺简图：镁锭→铣削→涡流粉碎机粉碎→风力输送→筛分→检验→包装→成品。

【安全性】 遇湿易燃品。危规编号：GB 4.3 类 43012。UN No.1418；IMDG CODE 4353 页，4.3 类。

易燃，燃烧时产生强烈的白光并放出高热。遇水或潮气猛烈反应放出氢气，大量放热，引起燃烧或爆炸。遇氯、溴、碘、硫、磷、砷和氧化剂剧烈反应，有燃烧、爆炸的危险。粉体与空气可形成爆炸性混合物，当达到一定浓度时，遇火星会发生爆炸。

镁粉对眼、上呼吸道和皮肤有刺激性。吸入可引起咳嗽、胸痛等。口服对身体有害。粉尘可导致呼吸困难、胸痛、咳嗽、肺弥漫性间质纤维化并合并肺气肿。

紧急情况下，皮肤接触时，脱去污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。眼睛接触时提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗，就医。吸入时迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。食入后饮足量温水，催吐，就医。

操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴自吸过滤式防尘口罩，戴化学安全防护眼镜，穿防静电工作服。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备。避免产生粉尘，避免与氧化剂、酸类、卤素、氯代烃接触，尤其要注意避免与水接触。在氮气中操作处置。

如发生泄漏，要隔离泄漏污染区，限制出入，切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服，不要直接接触泄漏物。小量泄漏时避免扬尘，用洁净的铲子收集于干燥、洁净、有盖的容器中，转移回收。大量泄漏时用塑料布、帆布覆盖，在专家指导下清除。

用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶、铝桶或编织袋包装，把塑料袋口扎紧，密封。

铝桶或铁桶应坚固并密封。黑铁皮制的包装桶内表面要涂铝粉，外表面要涂漆。编织袋应结实耐用并能防止静电。包装上应标明“易燃”、“防潮”字样。

应存放在阴凉、通风、干燥的库房内，不得与无机酸和易燃物品共贮混运。运输过程中要防雨淋和烈日曝晒，并对运输工具做好防静电保护，不允许有火种接近。装卸时要轻拿轻放，严禁碰撞，防止包装破损。

失火时，严禁用水、泡沫、二氧化碳扑救，可用干砂土扑救。施救时对眼睛皮肤需加以保护，以免飞来炽粒烧伤身体、

镁光灼伤视力。

【生产单位】 北京富盛镁业有限公司，天津柯威尔金属材料有限公司，河南柯威尔合金材料有限公司，山西鑫利华镁业有限公司，唐山威豪镁粉有限公司，河南普林西斯镁业有限公司，山西闻喜宏富镁业有限责任公司，山西启真镁业有限公司，南阳金戈利镁业集团公司。

Au011 钼粉

【英文名】 molybdenum powder

【结构式】 Mo

【分子量】 95.94

【物化性质】 为银白色金属或灰黑色粉末(体心立方结晶)。熔点 2615℃，沸点 4800℃，相对密度 10.2。溶于热浓硝酸、热浓硫酸、王水，微溶于盐酸，不溶于水、氢氟酸和液氨。

【质量标准】 国家标准《钼粉》GB/T 3461—2006。

钼粉按化学成分不同，分为 FMo-1、FMo-2 两个牌号。FMo-1 主要用作大型板坯、硅化钼电热元件原料；FMo-2 主要用作可控硅圆片、钼顶头等原料。

钼粉按不同粒度划分为 05 型、10 型、20 型、40 型、60 型 5 个规格。

表 1 钼粉的化学成分

牌号		FMo-1	FMo-2
主含量/% ≥		99.90	99.50
杂质质量分数/% ≤	Pb	0.0005	0.0005
	Bi	0.0005	0.0005
	Sn	0.0005	0.0005
	Sb	0.0010	0.0010
	Cd	0.0005	0.0005
	Fe	0.0050	0.020
	Al	0.0015	0.0050
	Si	0.0020	0.0050
	Mg	0.0020	0.0040
	Ni	0.0030	0.0050
	Cu	0.0010	0.0010
	Ca	0.0015	0.0030
	P	0.0010	0.0030
	C	0.0050	0.010
	N	0.015	0.020

注：主含量按表中所列分析元素差减，气体元素除外。

表 2 钼粉的平均粒度范围及氧含量

型号	平均粒度范围/μm	氧质量分数/% ≤
05	0.5～1	0.30
10	>1～2	0.25
20	>2～4	0.20
40	>4～6	0.15
60	>6～10	0.10

钼粉的松装密度、粒度由供需双方协商确定。

外观：产品外观呈灰色，颜色应均匀一致，无目视可见的夹杂物，需方如有特殊要求，供需双方协商确定。

【用途】 FMo-1 用于大型板坯，是硅化钼电热元件原料。FMo-2 用于可控硅圆片、钼顶头等原料。

钼粉的应用发展较快，目前已广泛地应用于工农业领域，如橡胶、塑料、造纸、涂料、油漆、油墨、电缆、制药、化肥（钼是植物所必需的微量元素之一，在农业上用作微量元素化肥)、饲料、食品、制糖、纺织、玻璃、陶瓷、卫生用品、密封剂、胶黏剂、杀虫剂和农药载体以及烟道除硫、水处理等环保方面。轻质钼粉用途与钼粉有重叠也有不同，主要用于造纸、塑料、人造橡胶、食品、食用色料、医药、黏结剂和卫生用品等领域。近年来，因为有研究表明轻质钼粉可增强某些材料的性能，所以它的使用范围有所增加。

高纯钼粉主要用于耐高压大电流半导体器件的钼引线、声像设备、照相机零件和高密度集成电路中的门电极靶材等。

【制法】 以钼氧化物和钼卤化物或金属钼为原料生产钼粉的过程，为钼冶金流程的组成部分。主要有二氧化钼氢还原、钼卤化物氢还原、雾化法、等离子法。产出的钼粉主要用作合金添加剂、钼制品及喷镀

原料。

工业生产多用氢气还原三氧化钼制得，或将仲钼酸铵用酸处理或加热分解得到三氧化钼，再在管状电炉中用氢气还原制得。还可用碳还原成钼粉，但纯度较差。

氢气还原三氧化钼法：用氢气还原可分两个阶段进行。第一阶段将三氧化钼加热在450～700℃，接着在900～1100℃时进行第二阶段的还原，制得钼粉成品。其反应方程式如下：

$$MoO_3 + H_2 \longrightarrow MoO_2 + H_2O$$

$$MoO_2 + 2H_2 \longrightarrow Mo + 2H_2O$$

要制备高纯钼粉，首先要获得高纯钼的卤化物，其工艺原理是：将工业三氧化钼或钼金属废料（如垂熔条的夹头、钼材边角料、废钼丝等）卤化得到卤化物（一般为五氯化钼），然后在550℃左右的高温条件下对卤化钼进行分馏处理，使里面的杂质挥发，得到深度提纯的卤化钼，最后通过氢氯焰或氢等离子焰还原，得到高纯钼粉。

【安全性】 本品易燃，高毒，具刺激性。钼粉遇高热、明火能燃烧甚至爆炸，与氧化剂发生强烈反应，生成氧化钼。

对眼睛、皮肤有刺激作用。在钼金属提炼工厂中部分工人出现尘肺病变，有自觉呼吸困难、全身疲倦、头晕、胸痛、咳嗽等症状。

当皮肤或眼睛接触钼粉时应用肥皂水及清水或生理盐水冲洗，严重者就医。吸入时脱离现场至空气新鲜处。食入后饮足量温水，催吐，就医。

发生泄漏时，隔离泄漏污染区，限制出入，切断火源。建议应急处理人员戴防尘口罩，穿全棉防毒服，不要直接接触泄漏物。小量泄漏时避免扬尘，小心扫起，收集运至废物处理场所处置。大量泄漏后收集回收或运至废物处理场所处置。

产品装于干净的聚乙烯塑料瓶内，要拧紧瓶盖，将塑料瓶置于木箱中，四周用软物固紧。或将产品装入内衬聚乙烯塑料袋的铁桶中，每箱（桶）净重30kg或由供需双方商定。木箱或铁桶上应有“防潮”、“易碎”和“向上”字样。

产品应存放于干燥、通风和无酸、碱气氛的库房内，严防氧化。产品运输过程中要防雨淋和防潮湿，包装不得剧烈碰撞，防止包装破损。钼粉存放期不宜超过半年。

发生火情时消防人员须戴好防毒面具，在安全距离以外，在上风向灭火。切勿将水流直接射至熔融物，以免引起严重的流淌火灾或引起剧烈的沸溅。灭火剂可用雾状水、泡沫、干粉、二氧化碳、砂土。

【生产单位】 北京中金研新材料科技有限公司，株洲同普钨钼新材料有限公司，世泰科江钨特种钨（赣州）有限公司，金堆城钼业股份有限公司，江苏峰峰钨钼制品股份有限公司，株洲硬质合金集团有限公司，自贡硬质合金有限责任公司，上海虹广钨钼科技有限公司，洛阳栾川钼业集团股份有限公司，成都虹波实业股份有限公司。

Au012 海绵钯

【英文名】 palladium，foamed

【结构式】 Pd

【分子量】 106.42

【物化性质】 为银白色金属（面心立方结晶）。熔点1554℃，沸点2970℃，相对密度 d^{20} 12.02。溶于王水、热硝酸、硫酸，微溶于盐酸，不溶于冷水和热水。

【质量标准】 国家标准《海绵钯》GB/T 1420—2004

牌号		SM-Pd 99.99	SM-Pd 99.95	SM-Pd 99.9
钯含量/% ≥		99.99	99.95	99.9
杂质含量/% ≤	Pt	0.003	0.02	0.03
	Rh	0.002	0.02	0.03
	Ir	0.002	0.02	0.03
	Ru	0.003	0.02	0.04
	Au	0.002	0.01	0.03
	Ag	0.001	0.005	0.01
	Cu	0.001	0.005	0.01
	Fe	0.001	0.005	0.01
	Ni	0.001	0.005	0.01
	Al	0.003	0.005	0.01
	Pb	0.002	0.005	0.01
	Mn	0.002	0.005	0.01
	Cr	0.002	0.005	0.01
	Mg	0.002	0.005	0.01
	Sn	0.002	0.005	0.01
	Si	0.003	0.005	0.01
	Zn	0.002	0.005	0.01
	Bi	0.002	0.005	0.01
	Ca	—	—	—
杂质总量/% ≤		0.01	0.05	0.1

注：1. 未规定的元素和挥发物的控制限及分析方法，由供需双方共同协商确定。

2. Ca为非必测元素。

【用途】 化学工业、电气仪表及制造精密合金等工业用。

钯在硝酸生产、蒽醌法制造过氧化氢以及氢化、脱氢、异构化和裂解反应中用作催化剂。钯银合金管用于生产高纯氢，钯铜合金可作大容量继电器的触头，钯钌合金用于补牙和制造首饰、厚膜电路上的电容和电阻。此外它还可制造高温纤焊焊料等。

【制法】 工业生产可由矿石用火法制造，亦可以铜、镍的硫化矿制取铜、镍的生产过程中生成的副产物作为原料，用湿法冶炼制得。

火法：火法工艺常用于钯含量较低的废料中回收钯，或者在回收其他贵金属的火法工艺中富集钯。火法工艺得到的钯一般为粗钯，通常还必须用湿法工艺进行精制提纯得到高纯度海绵钯或直接加工成钯的精细化学品。

湿法：把已提取镍、铜后的残留组分作为原料，加入王水进行抽提，过滤，向滤液中加入氨和盐酸进行反应，生成氯钯酸铵沉淀。精炼、过滤，经灼烧后在高温下将氯钯酸铵用氢气还原，制得约99.95%钯成品。

【安全性】 本品可燃，具刺激性，对环境有危害，对水体可造成污染。

对眼睛和皮肤可能引起刺激作用，工业生产中未见中毒病例的报道。

当皮肤或眼睛接触钼粉时应用肥皂水及清水或生理盐水冲洗，严重者就医。吸入时脱离现场至空气新鲜处。食入后饮足量温水，催吐，就医。

操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴自吸过滤式防尘口罩，戴化学安全防护眼镜，穿防毒物渗透工作服，戴橡胶手套。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备，避免与酸类、卤素接触。

发生泄漏时，隔离泄漏污染区，限制出入，切断火源。建议应急处理人员戴防尘面具（全面罩），穿防毒服。用洁净的铲子收集于干燥、洁净、有盖的容器中。若大量泄漏，收集回收。

产品装入带有塑料密封盖的塑料瓶中，严密封口，放入箱中进行包装或外包装。每瓶 1g、5g、10g、25g、50g、100g、250g、500g、1000g。

应存放在干燥、清洁、阴凉、通风、无腐蚀性物质的库房内，远离火种、热源。应与酸类、卤素分开存放，切忌混贮。配备相应品种和数量的消防器材。贮区应备有合适的材料收容泄漏物。运输过

程中要防雨淋和防剧烈震动，装卸时要轻拿轻放。

发生火灾时要采用干粉、砂土灭火。

【生产单位】 江西汉氏铂业有限公司，金川集团有限公司，贵研铂业股份有限公司，南京东锐铂业有限公司，泰兴市长搏金属材料有限公司，陕西开达化工有限公司，宝鸡鑫友有色金属公司，上海久岭化工有限公司，万安县万丰金属材料有限公司，南京扬子精细化工有限责任公司。

Au013 海绵铂

【英文名】 platinum，foamed

【结构式】 Pt

【分子量】 195.08

【物化性质】 铂为银白色金属（面心立方结晶）。熔点 1772℃，沸点（3827±100)℃，相对密度 d^{20} 21.45。溶于王水、熔融碱。较软，有良好的延展性、导热性和导电性。海绵铂为灰色海绵状物质，有很大的比表面积，对气体（特别是氢、氧和一氧化碳）有较强的吸收能力。

【质量标准】 国家标准《海绵铂》GB/T 1419—2004

海绵铂的化学成分

牌号		SM-Pt 99.99	SM-Pt 99.95	SM-Pt 99.9
铂含量/% ≥		99.99	99.95	99.9
杂质含量/% ≤	Pb	0.003	0.01	0.03
	Rh	0.003	0.02	0.03
	Ir	0.003	0.02	0.03
	Ru	0.003	0.02	0.04
	Au	0.003	0.01	0.03
	Ag	0.001	0.005	0.01
	Cu	0.001	0.005	0.01
	Fe	0.001	0.005	0.01
	Ni	0.001	0.005	0.01
	Al	0.003	0.005	0.01
	Pb	0.002	0.005	0.01
	Mn	0.002	0.005	0.01
	Cr	0.002	0.005	0.01
	Mg	0.002	0.005	0.01
	Sn	0.002	0.005	0.01
	Si	0.003	0.005	0.01
	Zn	0.002	0.005	0.01
	Bi	0.002	0.005	0.01
	Ca	—	—	—
杂质总量/% ≤		0.01	0.05	0.1

注：1. 未规定的元素和挥发物的控制限及分析方法，由供需双方共同协商确定。

2. Ca 为非必测元素。

【用途】 化学工业中铂在氢化、脱氢、异构化、环化、脱水、脱卤、氧化、裂解等化学反应以及接触法生产硫酸、氨氧化法制取硝酸、氨和甲烷制取氢氰酸、制备环己烷、生产维生素时都用作催化剂。在石油工业中用铂催化剂重整石脑油，可提高汽油产品的辛烷值。铂及其合金在高温下耐氧化和腐蚀，用于制作坩埚、蒸发皿、电极、喷嘴、反应器等。铂和铂铑合金在冶金、玻璃、陶瓷工业中用作高温炉的炉丝和热电偶。铂还用于制作首饰。

【制法】 工业上生产铂可用铂矿经干法（火法）制造；亦可以铜、镍的硫化矿制取铜、镍的生产过程中生成的副产物作为原料，经湿法冶炼制得。

湿法：在已提取镍、铜的残留组分中加入王水进行抽提，过滤，向滤液中加入氯化铵进行反应，生成氯铂酸铵沉淀，过滤，把氯铂酸铵加热分解，制得约 99.99%铂成品。或者将氯铂酸铵溶液加入电解槽中，在槽电压约 1.5V、电流密度为 2～3A/cm² 的情况下进行电解，制得约 99.98%铂成品。

【安全性】 铂盐、粉末、滴液、雾等都可

使皮肤、鼻子、支气管过敏；暴露2～6月后可刺激喉和鼻，引起流鼻涕、咳嗽；刺激支气管，引起严重气喘、呼吸困难，恢复后，大多数患者产生过敏症状，吸入少量铂尘或雾即严重哮喘；刺激皮肤引起疼痛出血，重者产生红斑。

皮肤或眼睛接触到时立即用水冲洗。吸入时将患者移至空气新鲜处，进行人工呼吸。食入时给饮大量水，催吐（昏迷患者除外），就医。

操作人员要戴护目镜，穿防护服，避免皮肤接触；工作服应每天更换，污染时立即脱掉。

发生泄漏时需穿戴防护用具，用简便、安全的方法将泄漏粉末收集于密闭容器内

产品装入带有塑料密封盖的塑料瓶中，严密封口，放入箱中进行包装或外包装。每瓶 1g、5g、10g、25g、50g、100g、250g、500g、1000g。

应存放在干燥、清洁、无腐蚀性物质的库房内。运输过程中要防雨淋和防剧烈震动，装卸时要轻拿轻放。

【生产单位】 北京中金研新材料科技有限公司，江西汉氏铂业有限公司，金川集团股份有限公司，贵研铂业股份有限公司，南京东锐铂业有限公司，南京贵金属厂，大连通用化工有限公司，上海久岭化工有限公司。

Au014 金属钾

【英文名】 potassium metallic

【结构式】 K

【分子量】 39.10

【物化性质】 银白色金属。相对密度0.86，熔点63.25℃，沸点774℃，溶于酸、汞、氨，不溶于烃类，遇醇分解。与水激烈反应放出氢气，并产生大量的热。大块钾投入水中能起火燃烧，甚至发生爆炸。在空气中氧化极速，燃烧时呈紫色火焰。

【质量标准】 参考企业标准Q/H 0404—1997（北京恒信化工）

指标名称	指标		
	优等品	一级品	合格品
金属钾(K)/% ≥	99.00	98.50	97.00

【用途】 用作有机化合物合成的还原剂，用来作为脱水剂，因为它能强烈地吸收水分，是有机化合物合成和无机化合物生产的原料，用于生产超氧化钾，热交换合金在制造电子管时，也用它来吸收真实管内剩余的氧气与水汽。金属钾与金属钠的合金熔点很低，在常温下是液体，可以用来代替水银制造温度计。

【制法】 置换法：按一定配比将金属钠和氯化钾加入置换釜中，加热至850℃左右，使氯化钾中的钾置换成钾蒸气，经冷却、蒸馏、捕集，制得金属钾成品。其反应式如下：

$$KCl + Na \longrightarrow K + NaCl$$

【安全性】 属一级遇水燃烧物品，危规编号：GB 4.3 类 43003。UN No.2257；IMDG CODE 4356页，4.3类。

化学反应活性很高，在潮湿空气中能自燃。遇水或潮气猛烈反应放出氢气，大量放热，引起燃烧或爆炸。暴露在空气或氧气中能自行燃烧并爆炸使熔融物飞溅。遇水、二氧化碳都能猛烈反应。与卤素、磷、许多氧化物、氧化剂和酸类剧烈反应，燃烧时发出紫色火焰。

对眼、鼻、咽喉和肺有刺激作用，接触后引起喷嚏、咳嗽和喉炎，高浓度吸入可致肺水肿。对眼和皮肤有强烈刺激和腐蚀性，可致灼伤。

皮肤或眼睛接触时立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗至少15min，就医。吸入时迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。食入后要用水漱口，给饮牛奶或蛋清，

就医。

操作人员需要在密闭环境下操作。佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩），戴安全防护面罩，穿化学防护服，戴橡胶手套。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟，使用防爆型的通风系统和设备。避免与氧化剂、酸类、卤素接触，尤其要注意避免与水接触。在氮气中操作处置。

发生泄漏事故时，隔离泄漏污染区，限制出入，切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿化学防护服，不要直接接触泄漏物。小量泄漏可以收入金属容器并保存在煤油或液体石蜡中。大量泄漏时用塑料布、帆布覆盖，在专家指导下清除。

用圆形大口桶包装，内盛无水石蜡油保护，油面必须没过金属钾，用紧密封盖密封，每桶净重30kg。

应贮存在阴凉、通风、干燥的库房内，注意防潮和烈日曝晒。汽车运输时应单层放置，并加盖防雨布。装卸时应小心轻放，不得强烈震动，注意盛有金属钾的桶不能倒置。

失火时，不可用水、卤代烃（如1211灭火剂）、碳酸氢钠、碳酸氢钾作为灭火剂。即使用石墨干粉对钾亦不适用。而应使用干燥氯化钠粉末、碳酸钠干粉、碳酸钙干粉、干砂等灭火。

【生产单位】 北京恒信化工有限公司（北京化工四厂），淄博富喜尔化学有限公司，上海峰鹤化工有限公司，常州吉恩药业有限公司，泰安康普司化工有限公司。

Au015 铑粉

【英文名】 rhodium powder

【结构式】 Rh

【分子量】 102.91

【物化性质】 为灰白色金属（面心立方结晶）。熔点1964℃，沸点3695℃，相对密度12.45。质极硬，耐磨，也有相当的延展性。在中等的温度下，它也能抵抗大多数普通酸（包括王水在内）。在200～600℃可与热浓硫酸、热氢溴酸、次氯酸钠和游离卤素起化学反应。不与许多熔融金属，如金、银、钠和钾以及熔融的碱起反应，不溶于冷水和热水。

【质量标准】 国家标准GB/T 1421—2004

牌号		SM-Rh 99.99	SM-Rh 99.95	SM-Rh 99.9
铑含量/%	≥	99.99	99.95	99.9
杂质含量/% ≤	Pt	0.003	0.02	0.03
	Ru	0.003	0.02	0.04
	Ir	0.003	0.02	0.03
	Pd	0.001	0.01	0.02
	Au	0.001	0.02	0.03
	Ag	0.001	0.005	0.01
	Cu	0.001	0.005	0.01
	Fe	0.002	0.005	0.01
	Ni	0.001	0.005	0.01
	Al	0.003	0.005	0.01
	Pb	0.001	0.005	0.01
	Mn	0.002	0.005	0.01
	Mg	0.002	0.005	0.01
	Sn	0.001	0.005	0.01
	Si	0.003	0.005	0.01
	Zn	0.002	0.005	0.01
	Ca	—	—	—
杂质总量/%	≤	0.01	0.05	0.1

注：1. 未规定的元素和挥发物的控制限及分析方法，由供需双方共同协商确定。

2. Ca为非必测元素。

【用途】 可用作电器仪表、化工及制造精密合金等的原料。铑粉基于钌单质在工业化工业中的使用广泛，铑由于是工业所需的稀有金属，行业价格也比一般有色金属稍高。作为稀有元素之一的铑，用途多种多样，铑可用来制造加氢催化剂、热电偶、铂铑合金等，也常镀在探照灯和反射

镜上，还用来作为宝石的加光抛光剂和电的接触部件。

【制法】 工业上生产铑可由矿石用干法（火法）制造，亦可以铜、镍的硫化矿中制取铜、镍的生产过程中生成的副产物作为原料，用湿法冶炼制得。

湿法：把已提取镍、铜后的残留组分作为原料，加入王水进行抽提，经过滤，滤液用于提取铂和钯。残分经加入硝酸等进行处理，过滤，向滤液中加入硝酸铵进行反应，生成硝酸铑铵沉淀，经过精炼，过滤，把硝酸铑铵用氢气还原，制得约99.99%铑成品。

也可从废铑催化剂中回收，其工艺简图为：焚烧→溶解→电解还原→酸洗→水洗→焙烧→提取铑。

【安全性】 铑具有较好的稳定性，迄今未见铑的职业中毒病例报告。国外有人因戴镀铑戒指，发生接触性皮炎。产品对环境没有危害。

产品装入带有塑料密封盖的塑料瓶中，严密封口，放入箱中进行包装或外包装。每瓶 1g、5g、10g、25g、50g、100g、250g、500g、1000g。

应贮存放在干燥、清洁、无腐蚀性物质的库房内。运输过程中要防雨淋和防剧烈震动，装卸时要轻拿轻放。

【生产单位】 贵研铂业股份有限公司，金川集团有限公司，南京东锐铂业有限公司，上海久岭化工有限公司，深圳市美源贵金属化工有限公司，长沙欧泰稀有金属有限公司。

Au016 金属钠

【英文名】 sodium metallic

【结构式】 Na

【分子量】 22.99

【物化性质】 银白色轻软而具有延展性的金属，属立方晶系。相对密度 0.97，熔点 97.8℃，沸点 892℃。遇醇分解，不溶于醚和苯。遇水剧烈反应生成氢氧化钠和氢气，或燃烧（呈黄色火焰）或爆炸。常温时为蜡状，易用刀切开。其蒸气带有紫色，高温时呈黄色，有极好的传热性。化学性质极活泼，能与许多有机物及无机物发生反应；与金属或非金属可直接化合，如与铅生成铅钠合金、与汞生成钠汞齐等。在空气中急速氧化，燃烧时呈黄色火焰，与皮肤接触易引起烧伤。

【质量标准】 国家标准《工业金属钠》GB 22379—2008

① 外观：银灰色块状，新切断面呈银白色。

② 工业金属钠应符合下表要求。

指标名称	指标		
	优等品	一等品	合格品
外观	银灰色块状，新切断面呈银白色		
钠（以 Na 计）/%	≥99.7	≥99.5	≥99.2
K/%	≤0.04	≤0.10	—
Ca/%	≤0.04	≤0.07	≤0.10
Fe/%	≤0.001		
重金属（以 Pb 计）/%	≤0.005		
氯化物（以 Cl^- 计）/%	≤0.005		

【用途】 金属钠主要用于生产含铅汽油添加剂和石油脱硫剂、氧化剂、漂白剂、染料、农药、医药中间体、催化剂、香料、有机化合物生产用的钠化合物。

冶金工业用于还原钛、锆等金属氧化物。利用金属钠较好的导电性能，可制造电缆。添加于铅中可增加硬度，用以制造车辆轴承合金。电光源工业用于制造单色光源钠光灯。医药工业用于生产西力生、维生素 B_1、咖啡因及其他医药产品。也用于合成靛蓝染料和染料中间体，还用作合成橡胶的催化剂。原子能工业用作原子能高速增殖炉的冷却剂。

化学品叠氮化钠主要由金属钠生产，其最大的用途就是生产安全气囊。此外，叠氮化钠还用于多种有机和无机物的生产合成。

钠硫蓄电池是一种高温（300～350)℃蓄电池，与常用的铅蓄电池相比，其优越性要大得多。在核能利用方面，金属钠可作为核反应堆的冷却剂。

【制法】 金属钠生产工艺技术主要有烧碱熔融电解法、食盐熔融电解法和电解钠汞齐法等，目前，大都采用食盐熔融电解法生产，烧碱熔融电解法在有特殊需要、需求量小的情况下使用，电解钠汞齐法已被淘汰。

(1) 食盐熔融电解法　电解氯化钠制金属钠是用氯化钠 33%±2%、氯化锶 2%±2%、氯化钙 28%±2%、氯化钡 15%±2%组成的四元电解质。将经过干燥脱水的精盐配成四元电解质加入电解槽进行电解，其基本数据为：槽电流强度 24000A、槽电压 6.5～7.5V、阴极电流密度 0.97A/cm²、阳极电流密度1A/cm²、电解槽温度 590～630℃。经电解，阴极表面产生钠，阳极表面产生氯气。氯气由阳极上方浸入电解质中的桶形收集器收集。钠由浸没在电解质中的一个倒置环形马蹄槽收集，通过与马蹄槽相连的上升管陆续流到外接收器（钠罐）用氮气防护；再放入粗钠容器中，然后送入精制器于 120～150℃将钠熔化澄清，除去杂质，上层清液放入钠容器中，下层残渣经蒸馏回收其中的钠。精制后的钠经成型即得金属钠成品。其反应式如下：

$$2NaCl \xrightarrow{电解} 2Na + Cl_2\uparrow$$

(2) 电解烧碱法　电解烧碱制金属钠可以采用氢氧化钠、碳酸钠组成的二元电解质。先将碳酸钠干燥，再将烧碱熔融，然后将两者混合、沉降，加入电解槽进行电解，其基本数据为：电解槽电流强度为 2500A，槽电压 4.5～5V，阳极电流密度 0.89A/cm²，阴极电流密度 0.94～1.03A/cm²。电解槽温度 285～305℃。电解所得粗钠送入精制器，于 110～120℃将钠熔化澄清，除去杂质，上层清液放入钠容器中，经精制后的钠经成型，制得金属钠成品。其反应式如下：

$$4NaOH \longrightarrow 4Na + 2H_2O + O_2$$

【安全性】 属一级遇水燃烧物品，危规编号：GB 4.3 类。UN No.1428，1429（浸在煤油中）；IMDG CODE 4360 页，4.3 类。

化学反应活性很高，遇湿易燃，在空气中能自燃，遇水或潮气发生剧烈反应，放出氢气，大量放热，可引起燃烧或爆炸。在氧、氯、氟、溴蒸气、磷、许多氧化物、氧化剂和酸类中会燃烧爆炸使熔融物飞溅。燃烧时呈黄色火焰，100℃时开始蒸发，蒸气可侵蚀玻璃。

燃烧产生的烟（主要是氧化钠）对鼻、眼、喉及上呼吸道黏膜有腐蚀作用和极强的刺激作用，同潮湿皮肤或衣物接触可燃烧造成烧伤。从事生产金属钠的工人，会感到恶心、胃灼热、上腹部痛；还可出现神经和消化系统功能障碍。与潮湿的皮肤或衣服接触时可着火，能造成烧伤。与皮肤接触易引起灼伤。落入眼睛内及黏膜上有危险。

当皮肤接触后要立即脱去被污染的衣着，用大量流动清水冲洗 20～30min，如有不适感，就医。眼睛接触时立即提起眼

睑，用大量流动清水或生理盐水彻底清洗10～15min，如有不适感，就医。吸入后迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸畅通，如呼吸困难立即输氧；呼吸、心跳停止时，立即进行人工呼吸和心肺复苏术，就医。食入后用水漱口，给饮牛奶或蛋清，就医。

金属钠应密闭操作。操作人员必须经过专门培训，建议操作人员穿着涂有尼龙的工作服等劳保用具，在皮肤上涂抹中性和疏水防护软膏，佩戴安全防护面罩，穿防护服，戴橡胶手套。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟、私带水，使用防爆型通风系统和设备；工作应在通风良好、洁净、干燥、开阔的场所进行。避免与氧化剂、酸类、卤素接触，尤其要注意避免与水接触，在氮气中操作处置。搬运时要轻装轻卸，防止容器损坏，配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设施，倒空的容器可能留有有害物。

当发生泄漏事故时，应急人员佩戴正压式呼吸器，穿防静电、防腐蚀、防毒服，禁止接触或跨越泄漏物。尽可能切断泄漏源，保持泄漏物干燥。小量泄漏时用干燥的砂石或其他不燃材料覆盖泄漏物，然后用塑料布覆盖，减少飞散、避免雨淋，收入在金属容器，并保存在煤油或液体石蜡中。粉末泄漏后要用塑料布或帆布覆盖泄漏物，减少飞散，保持干燥，严禁设法扫除干净，应在专家指导下清扫。

工业金属钠产品采用双层包装，外包装采用铁桶包装，内包装采用双层聚乙烯塑料袋。包装时将袋内空气排净后，扎紧袋口。每桶净含量40kg或150kg。

将钠锭浸涂15号白油后，装入有两层聚乙烯塑料袋的专用圆形大口铁桶包装，并用密封盖密封，铁桶内盛有煤油或石蜡油，油面一定要淹没过金属钠。

工业金属钠应贮存于通风、阴凉、干燥防火的库房内，要隔绝热源、火种与氧化剂、酸类。库内地面高于室外地面，库内不得装水管、暖气，库温应控制在30℃以下，相对湿度在75%以下，屋顶门窗不得进水。仓库内要留有检查搬运的通道，并备有必要的消防器材。注意防潮、防热、防撞击，远离易燃物。在符合标准贮存运输条件下，从出厂日期起，工业金属钠产品保质期为1年。

工业金属钠运输时，必须用密闭的运输工具，严防有水进入包装桶内。运输中注意防水、防热、防撞击，远离易燃物，装有金属钠的桶禁止横放或倒置。

在发生火灾的情况下，可使用干砂、干粉、石棉布灭火。不允许使用水及泡沫、酸、碱、四氯化碳、二氧化碳灭火器灭火。

【生产单位】 内蒙古兰太实业股份有限公司，洛阳新安电力集团金属钠公司，宁夏银川制钠厂，攀钢集团锦州钛业有限公司，银川精鹰精细化工有限公司，青海天泰制钠有限责任公司，遵宝钛业有限公司。

Au017 金属铊

【英文名】 thallium metallic

【结构式】 Tl

【分子量】 204.37

【物化性质】 为银白色金属（四方晶系）。熔点304℃，沸点1457℃，相对密度d^{20} 11.85。溶于硝酸、硫酸，微溶于盐酸、碱，不溶于水。铊是一种稀散、高毒性的重金属元素，毒性近似于Hg，比As、Pb、Cd、Cu、Zn高，主要损害中枢神经、胃肠道和肾脏等。

【质量标准】 参考标准 YS/T 224—1994(2009)

产品牌号	w(铊)/%	杂质质量分数/%									
		Pb	Zn	Cu	Fe	Cd	In	Al	Si	Hg	杂质总量
外观	铊为银白色金属。铊锭表面须光滑、洁净,无肉眼可见的夹杂物										
Tl-1	≤99.99	≤0.003	≤0.001	≤0.001	≤0.001	≤0.001	≤0.0005	≤0.001	≤0.001	≤0.002	≤0.01
Tl-2	≤99.9	≤0.03	≤0.01	≤0.01	≤0.01	≤0.03	—	—	—	≤0.02	≤0.1
Tl-3	≤99	—	—	—	—	—	—	—	—	—	≤1

注：牌号 Tl-1、Tl-2 铊质量分数为 100%减去表中杂质总量的余量，牌号 Tl-3 铊质量分数为直接分析测定值。铊以长方梯形锭状供应，锭表面凹坑不大于（30×5×2）mm^3，每锭重为 200～700g。

【用途】 在电子工业中，用铊激活碘化钠晶体可制作光电倍增管。铊及其化合物可用作光学玻璃、电子元件的玻璃密封以及放射线的屏蔽窗等。硫化铊和硫氧化铊可以制造对红外线很灵敏的光电管。溴化铊或碘化铊的固溶体单晶能透过红外线，可用于红外线通信。含铊 8.5%的汞铊合金，其熔点为 −60℃，比汞的熔点低 20℃，可用于制造光电管、低温温度计、光学玻璃、低温仪表等。它的盐类有毒，用于医药。铊及其化合物的商业用途不多。铊的某些化合物（如硫化铊）在遇红外辐射时导电性会发生变化，因此会被用于一些类型的光电池和红外探测仪中。铊的放射性同位素铊 201 目前用于各种疾病的诊断。铊 201 半衰期仅 72.9h，可很快从体内排出。铊 201 的另一个重要性能是当它衰变时会发出穿透性极强的 γ 射线，在人体之外可以探测到。

【制法】 铊在冶炼原料中含量很低，必须先行富集。工业上制造铊的原料除铊矿石火法外，也可利用处理铝、锌、铜、锰等金属冶炼过程的副产品作为原料，经湿法冶炼制得金属铊。

湿法：将有色金属冶炼过程的副产品作为原料，加入硫酸进行抽提时生成硫酸铊，再用锌粉制成海绵状铊，加入硫酸溶解海绵铊，加入碳酸钠进行反应生成碳酸铊，向其中加入硫酸制得溶液，再用锌处理，得到纯度为 99%的铊。向 99%铊中加入氰化钾，用电炉熔融处理，制得纯度大于 99.9%的铊成品。

【安全性】 毒害品。危规编号：GB 6.1 类 61022。剧毒 B1058。

微细粉末遇热源和明火有燃烧爆炸的危险，与氧剧烈反应，暴露在空气中会被氧化而变质。燃烧爆炸产生有毒气体，对人体和环境造成危害。

铊能伤害神经系统。铊中毒往往是由吸入或皮肤接触铊及其化合物粉尘，或食用受铊污染的食物和饮水所造成的。主要症状是疲乏无力、肢体疼痛、脱发、脱皮、胃肠道反应、神经系统损伤，甚至失明。铊中毒者的手甲上通常都留有米氏线。铊具有强蓄积性毒性，可以对患者造成永久性损害，包括肌肉萎缩、肝肾的永久性损伤等。

当发生皮肤接触时，要脱去污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。眼睛接触时，提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗，就医。吸入后迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。食入后饮足量温水，催吐，用 1%碘化钾 60mL 灌胃，洗胃，就医。

密闭操作，局部排风。操作人员必须经过专门培训。建议操作人员佩戴头罩型电动送风过滤式防尘呼吸器，穿连衣式胶布防毒衣，戴橡胶手套。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟、进食和饮水。工作毕，淋浴更衣。单独存放被毒物污染的衣服，洗后备用，保持良好的卫生习惯。使用防爆型的通风系统和

设备。避免产生粉尘，避免与氧化剂、酸类接触。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备，倒空的容器可能残留有害物。

铊锭必须浸泡在盛有甘油的有盖的聚乙烯塑料容器中加盖密封包装，再置于木箱中，每箱锭净重 20kg。木箱上应有严禁高温、曝晒、倒置等字样或标志。

应存放在阴凉、通风、干燥的库房内，不得露天堆放货场，远离火种、热源。应与氧化剂、酸类、食用化学品分开存放，切忌混贮。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。贮区应备有合适的材料收容泄漏物。在运输过程中要防雨淋和烈日曝晒，装卸时小心轻放，严禁倒置。

失火时，消防人员必须穿戴全身防火防毒服。可用干砂土、二氧化碳灭火扑救。

【生产单位】 锦州铁合金股份有限公司冶金化工研究所，湖南水口山矿务局，河南豫光金铅股份有限公司。

Au018 金属锶

【英文名】 strontium，metal

【结构式】 Sr

【分子量】 87.62

【物化性质】 银白色柔软金属，面心立方。相对密度 2.60，熔点 770℃，沸点 1384℃，蒸气压 1333Pa（898℃），硬度 1.8（金刚石＝10）。化学性质居于钙与钡之间，活泼性强，在自然界中不能以单质形态存在。在空气中迅速被氧化，表面形成黄色氧化膜。在空气中粉碎时可自燃，加热能与氢结合形成氢化锶，也容易与卤族元素和磷反应。遇水即分解释出氢及大量热，使氢引起燃烧，发出深红色火焰。溶于酸类并产生氯气引起燃烧，溶于醇。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
w(Sr)/% ≥	99

【用途】 主要用于真空电子管的消气剂、永磁锶铁氧体、高价电材料、光电材料、蓄能材料、超导材料，在钢铁冶炼中的脱氧、脱硫、脱磷剂。锶硅铁是球墨铸铁的孕育剂。铸造铝合金的变质剂。在医药、化工、造纸、汽车、航天航空工业等领域应用也比较广泛。

【制法】 金属锶的制备方法主要有铝热真空还原法、熔盐电解法、“熔-浸”热还原法等。

铝热真空还原法：先将硝酸锶热分解制得氧化锶，用细粒铝作还原剂，配料比按 3SrO：2Al进行，把氧化锶和铝先制成团矿，将此团矿装入钢制蒸馏器进行真空脱气处理，其处理温度为 900℃，真空度最终应为 2～10mmHg。将薄铁板制内筒按蒸馏器整个放入，在 1150℃进行 12h 还原反应，得到的锶沉积物纯度为 99%。将蒸馏器降至 500℃以下，再将内筒取出切开后剥离沉积物，制得金属锶成品。

反应式为：

$$4SrO + 2Al \longrightarrow 3Sr + SrO + Al_2O_3$$

工艺简图为：碳酸锶→热分解→氧化锶→还原剂还原→负压蒸馏→金属锶。

熔盐电解法：以熔融的锶的氯化物或氟化物和氟化物络合物等为电解质，以固态或液态金属或液态金属合金作为阴极进行电解反应，从而制备出锶合金，然后再经真空蒸馏而制备出纯金属锶。

“熔-浸”热还原法：将矿物粉体与作为还原剂和浸取液的金属熔体发生还原反应，该方法一般在标压下进行。在该工艺中，熔融金属液作为反应剂和溶剂。

【安全性】 危规编号：遇湿易燃物品。GB 4.3 类 43008。UN No.1383（粉末状锶）。IMDG CODE 4255 页，4.2 类。

锶粉末遇火易造成着火和爆炸危害，加热至熔点以上也能自燃。因为锶与水反应释出氢，当金属锶贮存在潮湿的情况下时，就有可能有气体爆炸的危险。也容易与卤素和磷反应，遇酸类会剧烈反应而释放出氢气。

锶的毒性介于钙和钡之间，误服可引起胃肠道症状、肢体痛性抽搐、少数病例可累及心肌。放射性^{89}Sr和^{90}Sr则有很高的毒性，动物腹腔内注射金属锶的LD_{50}为88～247mg/kg。

紧急情况下要使患者脱离污染区，安置休息并保暖。不慎溅入眼睛要用大量水冲洗15min，严重者就医诊治。皮肤接触先用水冲洗，再用肥皂彻底洗涤，如有灼伤就医诊治。误服立即漱口，急送医院救治。

操作人员需要在密闭环境下操作，提供安全淋浴和洗眼设备。一般不需要特殊防护，但建议特殊情况下佩戴自吸过滤式防尘口罩，戴化学安全防护眼镜，穿化学防护服，戴橡胶手套。

装入浸没在装有闪点在50℃以上矿物的（煤油等）或液体石蜡的坚固金属容器内，油面高出金属锶5～10cm，严密封口，再装入坚固木箱中。贮存于阴凉、通风、干燥的库房内，避免高温，远离热源和火种，严防仓库漏水。与氧化剂、酸类、有机物品、可燃物和其他易氧化物品隔离贮运，不可接触水和酸。仓库内应备有矿物油缸，必要时可将渗漏听浸入缸内。雨天不可搬运，在搬运时要轻装轻卸，防止容器破损。

失火时，需用干燥石墨粉或其他干粉（如水泥、干砂）灭火。不可用水、泡沫、二氧化碳或卤代烃（如1211灭火剂）灭火。

【生产单位】 上海顺有金属材料有限公司，陕西中核特种冶金有限公司，河北辛集化工集团有限责任公司，南京云海金属股份有限公司，四川隆昌县锶业科技有限公司，上海顺有金属材料有限公司，重庆铜梁红蝶锶业有限公司，上海郑裕特种合金有限公司，重庆市日出锶业有限公司。

Au019 海绵钛

【别名】 钛粉；金属钛

【英文名】 titanium foamed

【结构式】 Ti

【分子量】 47.88

【物化性质】 钛是一种银白色、粉末为深灰色或黑色并发亮、或硬的钢色立方结晶的有色稀有轻金属，在地壳中丰度为0.63%，但大部分处于分散状态，主要矿物为金红石（TiO_2）、钛铁矿（$FeTiO_3$）和组成复杂的钒钛铁矿。钛具有可塑性，海绵钛是生产金属钛的初阶产品，因表面呈海绵状有许多细孔而被称作海绵钛，海绵钛进一步精炼可制成金属钛锭、钛棒等金属钛材；钛粉末可以通过把海绵钛进行机械研磨制成，也可以通过化学还原过程（钠法还原）直接生产获得。钛在较高的温度下可与许多元素和化合物发生反应，但在常温下，钛表面易生成一层极薄的致密氧化物保护膜。

α型钛为六方晶系，β型钛为立方晶系。转变温度为882.5℃，熔点1720℃，沸点3530℃，相对密度d^{20} 4.5，临界温度4350℃，临界压力1130atm（1atm＝101325Pa）。性质稳定，不溶于水，溶于氢氟酸、硝酸、浓硫酸。

【质量标准】 国家标准《海绵钛》GB/T 2524—2010

海绵钛为浅灰色海绵状金属，表面须清洁，无目视可见夹杂物及变质的粒度在0.83～25.4mm之间的颗粒。

海绵钛的化学成分及布氏硬度应符合下表的要求。

产品等级	产品牌号	Ti/% ≥	杂质质量分数/% ≤									HB 10/1500/30≤
			Fe	Si	Cl	C	N	O	Mn	Mg	H	
0_A级	MHT-95	99.8	0.03	0.01	0.06	0.01	0.01	0.05	0.01	0.01	0.003	95
0级	MHT-100	99.7	0.05	0.02	0.06	0.02	0.01	0.06	0.01	0.02	0.003	100
1级	MHTi-110	99.6	0.08	0.02	0.08	0.02	0.02	0.08	0.01	0.03	0.005	110
2级	MHTi-125	99.5	0.12	0.03	0.10	0.03	0.03	0.10	0.02	0.04	0.005	125
3级	MHTi-140	99.3	0.20	0.03	0.15	0.03	0.04	0.15	0.02	0.06	0.010	140
4级	MHTi-160	99.1	0.30	0.04	0.15	0.04	0.05	0.20	0.03	0.09	0.012	160
5级	MHTi-200	98.5	0.40	0.06	0.30	0.05	0.10	0.30	0.08	0.15	0.030	200

注：1. 钛质量分数为100%减去表中所列杂质总和后的余量。

2. 对于产品中Mn、Mg、H三种成分的分析数据，需方不要求时，供方可不提供，但应符合表中相应牌号的规定。

【用途】 钛合金强度高，大量用于制造军用超音速飞机的结构材料、喷气发动机的压缩部件、飞机机架的构件、机壳、隔火墙、铆钉，空运装备的结构部件，有“空间金属”之称；还用于军事设施和军用舰艇的装甲板以及螺旋桨的叶片等。在民用工业中，钛及其合金可用于制造各种泵、阀门、过滤、蒸发设备的金属丝网和各种机器零件。粉末状钛可在电子管制造工艺中用作除氧剂。

【制法】 工业上制造钛的原料主要是金红石矿或高钛渣（含TiO_2 92%以上）。海绵钛生产工艺是以高钛渣和石油焦为原料生产四氯化钛的。把精制四氯化钛在稀有气体气流中用镁或钠还原，可制得海绵钛。

镁还原蒸馏法：将高钛渣与石油焦按100∶(30～33)配比进行配料，经破碎至160目以下，送入沸腾床氯化炉，氯气由炉底通入，均匀进入炉体反应段，与高钛渣和石油焦的混合物料进行反应，反应温度为850℃左右。生成的四氯化钛气体由炉顶排出，进入两个串联的隔板除尘器，使四氯化钛气体中混杂的三氯化铁、二氯化铁、二氯化锰、三氯化铝等高沸点物沉积在隔板除尘器底部。气体再进入两组串联的冷凝器，将四氯化钛气体冷却到136℃以下，得到粗四氯化钛溶液。通过浮阀塔蒸馏将其中的四氯化硅等低沸点物蒸馏除去。然后在铜屑塔釜中加热到140℃，气化的四氯化钛通入铜屑塔中，所含杂质三氯氧钒被铜还原为钒的低价氯化物。从塔顶排的精制四氯化钛气体在稀有气体流中于900℃左右与镁进行还原反应，制得海绵钛。其反应式如下：

$$TiCl_4 + 2Mg \longrightarrow Ti + 2MgCl_2$$

由于生成的海绵状钛中还含有副产品氯化镁和未反应的镁，必须将海绵状钛在0.1～10^{-3} Pa的真空下，加热至约1000℃使杂质从钛中分出。

【安全性】 危规编号：易燃固体，GB 4.1类41505。UN No.2678（粉末状钛）。IMDG CODE 4177页，4.1类。燃烧（分解）产物为氧化钛。

金属钛粉尘具有爆炸性，遇热、明火或发生化学反应会燃烧爆炸。其粉体化学活性很高，在空气中能自燃。金属钛不仅能在空气中燃烧，也能在二氧化碳或氮气中燃烧。高温时易与卤素、氧、硫、氮化合。

吸入后对上呼吸道有刺激性，引起咳嗽、胸部紧束感或疼痛。生产过程中所用四氯化钛能使人患有慢性支气管炎、慢性肥厚性鼻炎、咽炎，植物神经系统机能紊乱、腱反射增强、眼睑和手震颤、多汗。接触10%四氯化钛溶液的人出现热灼伤较难愈合。

紧急情况下，如皮肤接触，脱去被污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。眼睛接触，提起眼睑，用流动清水或

生理盐水冲洗，就医。吸入时迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。食入时饮足量温水，催吐，就医。

接触四氯化钛烟雾时，要戴工业过滤防毒面具，要保护眼睛和皮肤。如不慎溅到皮肤上，先用棉纱擦掉，再用水充分洗净。生产设备要密闭，车间通风良好。

如发生泄漏事故，要隔离泄漏污染区，限制出入，切断火源。建议应急处理人员戴自吸过滤式防尘口罩，穿消防防护服，不要直接接触泄漏物。小量泄漏时避免扬尘，用洁净的铲子收集于干燥、洁净、有盖的容器中，转移回收。大量泄漏时用塑料布、帆布覆盖，减少飞散，使用无火花工具转移回收。

每批产品应分装在内衬塑料薄膜的镀锌铁桶中，按每（件）桶净重为 70～250kg 分装，并用大揭盖密封。镁还原法钛在包装后桶内必须抽空、充氩，钠还原法钛可不充氩保护。包装桶外应有“防潮”字样。应贮存放在通风、干燥的库房内。不得露天堆放，不得与酸、碱等腐蚀性物品共贮混运。运输过程中要防雨淋，严防受潮。装卸时要小心轻放，防止包装桶破损。

失火时可用干粉、干砂扑灭，严禁用水、泡沫、二氧化碳扑救。高热或剧烈燃烧时，用水扑救可能会引起爆炸。

【生产单位】 遵义钛业股份有限公司，世泰科江钨特种钨（赣州）有限公司，中铝抚顺钛业有限公司，锦州华神钛业有限公司，朝阳百盛锆业（集团）有限公司，洛阳双瑞万基钛业有限公司。

Au020 钨粉

【英文名】 tungsten powder

【结构式】 W

【分子量】 183.85

【物化性质】 为有金属光泽的灰黑色金属（体心立方结晶）。熔点 3400℃，沸点 5555℃，相对密度 d^{20} 19.35。钨的硬度是金属中最硬的，硬度 HB（kgf/mm^2）经过烧结的钨条的硬度 HB 为 200～250kgf/mm^2（1kgf＝9.80665N），经过旋锤的钨棒为 350～400。溶于硝酸和氢氟酸的混酸。与氢氧化钠和碳酸钠的混合物熔融。微溶于硝酸、硫酸、王水；不溶于水、氢氟酸、氢氧化钾。

钨有两种变型，α 和 β。在标准温度和常压下，α 型是稳定的体心立方结构。β 型钨只有在有氧存在的条件下才能出现，它在 630℃ 以下是稳定的，在 630℃ 以上又转化为 α 钨，并且这一过程是不可逆的。

【质量标准】 国家标准《钨粉》GB/T 3458—2006

表 1 钨粉杂质含量

产品牌号		FW-1	FW-2	FWP-1
杂质含量/% ≤	Fe	粒度小于 10μm:0.0050 粒度不小于 10μm:0.010	0.030	0.030
	Pb	0.0001	0.0005	0.0007
	Bi	0.0001	0.0005	0.0007
	Sn	0.0003	0.0005	0.0007
	Sb	0.0010	0.0010	0.0010
	As	0.0015	0.0020	0.0020
	Mn	0.0010	0.0020	0.0040
	Ni	0.0030	0.0040	0.0050
	Cu	0.0007	0.0010	0.0020
	Al	0.0010	0.0040	0.0050
	Si	0.0020	0.0050	0.010
	Ca	0.0020	0.0040	0.0040
	Mg	0.0010	0.0040	0.0040
	Mo	0.0050	0.010	0.010
	K+Na	0.0030	0.0030	0.0030
	P	0.0010	0.0040	0.0040
	C	0.0050	0.010	0.010
	O	见表 2		0.20

表 2 FW-1、FW-2 的平均粒度范围及氧含量

产品规格	平均粒度范围/μm	氧质量分数/% ≤
04	BET:<0.10	0.80
06	BET:0.10～0.20	0.50
08	Fsss:≥0.8～1.0	0.40
10	Fsss:>1.0～1.5	0.30
15	Fsss:>1.5～2.0	0.30
20	Fsss:>2.0～3.0	0.25
30	Fsss:>3.0～4.0	0.25
40	Fsss:>4.0～5.0	0.25
50	Fsss:>5.0～7.0	0.25
70	Fsss:>7.0～10.0	0.20
100	Fsss:>10.0～15.0	0.20
150	Fsss:>15.0～20.0	0.10
200	Fsss:>20.0～30.0	0.10
300	Fsss:>30.0	0.10

注：1. BET 是按 GB/T 2596 比表面积（平均粒度）测定（简化氮吸附法）的。

2. Fsss 是按 GB/T 3249 难熔金属及碳化物粉末粒度测定方法——费氏法测定的。

FW-1、FW-2 的松装密度、粒度分布等物理性能由供需双方协商确定。

FWP-1 粒度在 0.075（－200 目）～0.045mm（＋325 目）之间的粉末质量不少于 80%，松装密度为 4.0～8.0g/cm^3。

外观：FW-1、FW-2 外观呈浅灰色或深灰色，FWP-1 外观呈亮灰色，各种钨粉颜色应均匀一致，产品无目视可见的夹杂物。

【用途】 钨大部分用于生产硬质合金和钨铁。钨与铬、钼、钴组成耐热耐磨合金用于制作刀具、金属表层硬化材料、燃气轮机叶片和燃烧管等。钨与钽、铌、钼等组成难熔合金。钨铜和钨银合金用作电接触点材料。高密度的钨镍铜合金用作防辐射的防护屏。金属钨的丝、棒、片等用于制作电灯泡、电子管的部件和电弧焊的电极。钨粉可烧结成各种孔隙度的过滤器。

FW-1 用于大型板坯、钨铼电偶原料。FW-2 用于触头合金、高密度屏蔽原料。FWP-1 用于等离子喷镀材料。

【制法】 工业生产可用氢气还原三氧化钨制得，或将仲钨酸铵用酸处理，再经热分解得到三氧化钨，用氢气还原制得。

氢气还原三氧化钨法：用氢气还原可分两个阶段进行，第一阶段将三氧化钨加热至 550～800℃，用氢气还原，第二阶段还原在 650～850℃ 时进行，制得钨粉成品。其反应式如下：

$$WO_3 + H_2 \longrightarrow WO_2 + H_2O$$

$$WO_2 + 2H_2 \longrightarrow W + 2H_2O$$

也可先将仲钨酸铵通氢或不通氢还原成蓝色氧化钨（蓝钨），再用氢还原成钨粉。钨粉的粒度、粒度组成是钨粉的重要质量指标。还原在管式电炉或回转式电炉内进行。

【安全性】 本品可燃，具刺激性。其粉体遇高温、明火能燃烧。

本品对眼和皮肤有刺激性。如皮肤接触，脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗。眼睛接触，提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗，就医。吸入时，脱离现场至空气新鲜处，如呼吸困难，给输氧，就医。食入时饮足量温水，催吐，就医。

建议操作人员佩戴自吸过滤式防尘口罩，戴化学安全防护眼镜，穿防毒物渗透工作服，戴橡胶手套。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备，避免产生粉尘，避免与氧化剂、卤素接触。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物。

发生泄漏事故时，隔离泄漏污染区，限制出入，切断火源。建议应急处理人员戴防尘面具（全面罩），穿防毒服。避免扬尘，小心扫起，置于袋中转移至安全场所。若大量泄漏，用塑料布、帆布覆盖，收集回收或运至废物处理场所处置。

产品装入干净的聚乙烯塑料瓶内，要拧紧瓶盖，将塑料瓶置于木箱中，四周用

软物固紧，或将产品装入内衬聚乙烯塑料袋的铁桶中，每箱（桶）净重 30kg。产品应存放于干燥、通风和无酸、碱气氛的库房内，严防氧化。产品运输过程中要防雨淋和防潮湿，不得剧烈碰撞。FW-1 和 FW-2 存放期不宜超过 6 个月，FWP-1 存放期不宜超过 12 个月。

发生火灾时，消防人员须佩戴防毒面具、穿全身消防服，在上风向灭火。灭火剂：干粉、砂土。

【生产单位】 株洲硬质合金集团有限公司，洛阳建宇钼钨科技有限公司，长沙欧泰稀有金属有限公司，赣州特精钨钼业有限公司，自贡硬质合金有限公司，海克钨制品有限公司，江苏和田科技材料有限公司。

Au021 锌粉

【别名】 亚铅粉；锌

【英文名】 zinc powder；zinc dust

【结构式】 Zn

【分子量】 65.38

【物化性质】 锌为蓝白色金属（紧密堆积六方晶系），粉末为浅灰色的细小粉末。熔点 419.58℃，沸点 907℃，相对密度 7.14，蒸气压 0.13kPa（487℃）。溶于无机酸、碱、醋酸，不溶于水。

【质量标准】 国家标准 GB/T 6890—2012

锌粉按化学成分分为一级、二级、三级、四级四个等级，按粒度分为 30μm、45μm、90μm、125μm 四种规格。

锌粉的化学成分应符合表 1 的规定。

表 1 锌粉的化学成分

等级	化学成分/%						
	主品位 ≥		杂质 ≤				
	全锌	金属锌	Pb	Fe	As	Cd	酸不溶物
一级	98	96	0.1	0.05	0.0005	0.1	0.2
二级	98	94	0.2	0.2	0.0005	0.2	0.2
三级	96	92	0.3	—	0.0005	—	0.2
四级	92	88	—	—	—	—	0.2

注：以含锌物料为原料生产的四级锌粉，其含硫量应不大于 0.5%。

锌粉的粒度应符合表 2 的规定。

表 2 锌粉的粒度

规格/μm	筛余物 ≤		粒度分布/% ≥	
	最大粒径/μm	含量/%	30μm以下	10μm以下
30	45	—	99.5	80
45	90	0.3	—	—
90	125	0.1	—	—
125	200	1.0	—	—

注：1. 需方如对锌粉化学成分及粒度有特殊要求，由供需双方商定。

2. 锌粉用作与饮用水接触的涂料时，杂质铅和镉的含量应分别不大于 0.01%。

3. 生产立德粉用的锌粉，铅含量可不做规定；生产保险粉用的锌粉，除金属和筛余物外，其他成分可不做规定。

【用途】 超细锌粉主要作为富锌涂料和其他防腐、环保等高性能涂料的关键原料而广泛应用于大型钢铁构件、船舶、集装箱、航空、汽车等行业，普通锌粉则广泛应用于冶金、化工、制药、染料、电池等行业。作颜料，遮盖力极强。具有很好的防锈及耐大气侵蚀的作用。常用以制造防锈漆、强还原剂、电池等。

【制法】 以金属锌为原料，经过蒸馏提纯、除去杂质，得到精制溶液，通过喷雾干燥，制得金属锌粉成品。

【安全性】 遇湿易燃物品，具有刺激性。危规编号：GB 4.3 类 43014。UN No.1436；IMDG CODE 4373 页，4.3 类。

自燃点 460℃，爆炸极限 500g/m^3 以

上。粉尘与空气能形成爆炸性混合物，易被明火点燃引起爆炸。潮湿粉尘在空气中易自行发热燃烧。与水、酸类或碱金属氢氧化物接触能放易燃的氢气。与氧化剂、硫黄反应会引起着火或爆炸。小鼠腹腔 LD_{50}：15mg/kg。吸入锌在高温下形成的氧化锌烟雾可致金属烟雾热，症状有口中有金属味、口渴、胸部紧束感、干咳、头痛、头晕、高热、寒颤等。粉尘对眼有刺激性，口服刺激胃肠道。长期反复接触对皮肤有刺激性。粉尘能刺激眼睛、皮肤和呼吸系统，吸入能引起咳嗽、低热。皮肤接触锌粉，吸湿发热，可造成灼伤。

接触、吸入锌粉时可用肥皂水及清水或生理盐水冲洗，就医。食入时可饮足量温水催吐，就医。

工作现场禁止吸烟、进食和饮水，密闭操作。建议操作人员佩戴自吸过滤式防尘口罩，戴化学安全防护眼镜，穿防静电工作服。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备。避免产生粉尘，避免与氧化剂、酸类、碱类、胺类、氯代烃接触，尤其要注意避免与水接触。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物。

发生泄漏事故时，隔离泄漏污染区，限制出入，切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服，不要直接接触泄漏物。小量泄漏时避免扬尘，使用无火花工具收集于干燥、洁净、有盖的容器中，转移回收。大量泄漏时用塑料布、帆布覆盖，在专家指导下清除。

用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装，袋口用绳扎紧，桶盖应牢固并密封，每桶净重为25kg、40kg、50kg，需方如有特殊要求，由供需双方商定。包装桶上应标明“防潮”标志，表面涂上不易脱落的颜色标志，颜色标志规定如下：30μm，黑色；45μm，黄色；90μm，绿色；125μm，蓝色。

应贮存放于阴凉、通风、干燥、防火的库房内，注意防潮。不得与无机酸、易燃物品共贮混运。运输过程中要防潮、防火，装卸时要轻拿轻放，避免撞击和跌落，以免包装破坏。

失火时，可用干砂土、干粉扑救，禁止用水、泡沫灭火。

【生产单位】 云南祥云飞龙再生科技股份有限公司，云南云铜锌业股份有限公司，湖南有色金属股份有限公司，株洲冶炼集团股份有限公司，巴彦淖尔紫金有色金属有限公司，中冶葫芦岛有色金属集团有限公司，河南豫光金铅集团铅盐有限公司，柳州锌品股份有限公司，长沙新威凌锌业发展有限公司，湖南金石矿业（集团）有限公司。

Au022 砷

【英文名】 arsenic

【结构式】 As

【分子量】 74.92

【物化性质】 有α型、β型、γ型三种晶型。砷蒸气在360℃以上晶析时，得到六方晶形α-砷，灰色金属状，相对密度 d^{14} 5.727；在300℃以下蒸镀时，得到玻璃状β-砷，灰色或黑色，相对密度4.73；将砷蒸气进行骤冷，可得到正方晶形γ-砷，黄色，相对密度 d^{18} 2.026。有升华性，熔点817℃（2.83724MPa），升华点613℃。不溶于水，溶于硝酸。如在空气中加热，呈蓝色火焰，燃烧变为三氧化二砷，并放出特有的恶臭。因在空气中可以慢慢氧化，故高纯砷需用玻璃安瓿充满氩气封闭或抽成真空封闭在市场出售。

【质量标准】 有色金属行业标准《砷》YS 68—2014

砷按化学成分分为3个牌号。砷的化学成分应符合下表的规定。

砷的化学成分

牌号	化学成分/%			
	As≥	杂质质量分数 ≤		
		Sb	Bi	S
As99.5	99.5	0.2	0.08	0.1
As99.0	99.0	0.4	0.1	0.2
As98.5	98.5	0.6	0.2	0.3

注：1. 砷及杂质的含量均为实测值。

2. 需方对砷的化学成分有特殊要求时，由供需双方商定。

3. 外观质量：砷为块状或粒状结晶，呈银灰色；砷不应带有夹杂物。

【用途】 用于制取合金的添加物、特种玻璃、涂料、医药及家药等。

【制法】 碳气相还原法：将备有气化段、反应段、析出段的三个电炉的装置组装起来。中央反应部分是内径为20～25mm的石英管，在其中装入经真空加热排掉气体的木炭，两端用石英棉堵住，在石英盘里放入三氧化二砷，放到气化段，以400～500mL/min的速度通入经提纯的氮气。将气化段保持在400℃，反应段650℃，析出段350～400℃，经反应约1h，析出单质砷，再经蒸馏，制得砷成品。

高纯砷的工艺流程为：粗砷→氯化→精馏→三氯化砷氢还原。

主要提纯过程是精馏，特别是采用砷填料精馏塔，可有效地除去硫和硒等难除的杂质。

【安全性】 毒害品，砷已被公认为致癌物。危规编号：GB 6.1类61006。UN No.1558（金属性砷）、1562（砷粉、砷烟道尘）；IMDG CODE 6072页、6074页，6.1类。

砷化氢属高毒类气态毒物。主要经呼吸道侵入体内，可迅速吸收入血，随血液循环分布于全身各脏器，其中以肝脏含量最多，其次为肾、心及大脑。主要经肾随尿排出。砷化氢与红细胞结合形成砷-血红蛋白复合物，导致溶血，引起急性肾功能衰竭。

砷化氢在空气中浓度仅为0.3mg/m^{3}时即可引起急性中毒，中毒严重程度与吸入量有明显关系。

砷中毒患者应立即脱离砷化合物的接触，清洗。特殊解毒剂可用二巯丙磺钠、二巯丁二钠，有较好驱砷效果，应尽早应用。

生产过程中要加强生产过程自动化、机械化、密闭化改造，对各种含砷废气、废水、废渣应予以净化和回收处理，禁止污染环境。有严重肝脏疾病、严重神经系统与造血系统疾病及严重皮肤病患者，不得从事砷作业。

发生泄漏时，隔离泄漏污染区，限制出入。建议应急处理人员戴防尘面具（全面罩），穿防毒服。不要直接接触泄漏物。用洁净的铲子收集于干燥、洁净、有盖的容器中，转移回收。

用内衬聚乙烯塑料袋的铁皮桶包装，桶壁厚不小于1mm，外壁喷涂防锈漆，桶口盖应加橡皮垫圈，并用螺钉固紧，保证密封、牢固，每桶净重50kg。

应贮存在阴凉、通风、干燥、清洁的库房内，严防潮湿。不得与酸、碱等化学物品接触。贮存期为1年。

砷易氧化，其氧化物为剧毒物，在检验、使用、贮存及运输时，应按“有毒品”规定处理。

失火时，可用干砂土、干粉灭火器扑救，消防人员应戴防毒面具和劳保用品。

【生产单位】 云南文山金驰砒霜有限公司，水口山有色金属有限公司，郴州艾森贸易有限公司，郴州市晨曦有色贸易有限公司，衡阳市泓成东化工有限公司，扬州高能新材料有限公司，内蒙古林西立仁锡业发展有限公司。

Au023 无定形石墨

【别名】 土状石墨；微晶石墨

【英文名】 amorphous graphite

【结构式】 C

【分子量】 12.011

【物化性质】 主要是隐晶质石墨集合体，其形态呈无定形花瓣状及叠层鳞片状，矿石构造多为致密块状、层状及页片状。是碳的结晶矿物之一，灰黑色或钢灰色，有金属光泽，低硬度，具有滑感，易染手，化学性能稳定，能传热导电，耐高温性良好。由于其晶体细小，可塑性强、黏附力良好。pH 4～7，熔点（3850±50）℃，沸点4250℃，不溶于水。

【质量标准】 国家标准《微晶石墨》GB/T 3519—2008

表1 有铁要求的微晶石墨理化指标及性能

<table>
<tr><th rowspan="2">产品
牌号</th><th>固定碳/%</th><th>挥发分/%</th><th>水分/%</th><th>酸溶铁/%</th><th>筛余量/%</th><th rowspan="2">主要用途</th></tr>
<tr><th>≥</th><th colspan="4">≤</th></tr>
<tr><td>WT99.99-45
WT99.99-75</td><td>99.99</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">0.2</td><td rowspan="2">0.005</td><td rowspan="2">15</td><td rowspan="2">电池、特种碳材料的原料</td></tr>
<tr><td>WT99.9-45
WT99.9-75</td><td>99.9</td></tr>
<tr><td>WT99-45
WT99-75</td><td>99</td><td>0.8</td><td rowspan="2">1.0</td><td rowspan="2">0.15</td><td rowspan="6">15</td><td rowspan="14">铅笔、电池、焊条、石墨乳剂、石墨轴承的配料、电池棒的原料</td></tr>
<tr><td>WT98-45
WT98-75</td><td>98</td><td>1.0</td></tr>
<tr><td>WT97-45
WT97-75</td><td>97</td><td rowspan="2">1.5</td><td rowspan="4">1.5</td><td rowspan="3">0.4</td></tr>
<tr><td>WT96-45
WT96-75</td><td>96</td></tr>
<tr><td>WT95-45
WT95-75</td><td>95</td><td rowspan="4">2.0</td></tr>
<tr><td>WT94-45
WT94-75</td><td>94</td><td rowspan="3">0.7</td></tr>
<tr><td>WT92-45
WT92-75</td><td>92</td><td rowspan="8">2.0</td><td rowspan="8">10</td></tr>
<tr><td>WT90-45
WT90-75</td><td>90</td></tr>
<tr><td>WT88-45
WT88-75</td><td>88</td><td rowspan="2">3.3</td><td rowspan="4">0.8</td></tr>
<tr><td>WT85-45
WT85-75</td><td>85</td></tr>
<tr><td>WT83-45
WT83-75</td><td>83</td><td rowspan="2">3.6</td></tr>
<tr><td>WT80-45
WT80-75</td><td>80</td></tr>
<tr><td>WT78-45
WT78-75</td><td>78</td><td rowspan="2">3.8</td><td rowspan="2">1.0</td></tr>
<tr><td>WT75-45
WT75-75</td><td>75</td></tr>
</table>

注：外观质量用目测。

表 2 无铁要求的微晶石墨理化指标及性能

<table>
<tr><th>产品牌号</th><th>固定碳/% ≥</th><th>挥发分/% ≤</th><th>水分/% ≤</th><th>筛余量/% ≤</th><th>主要用途</th></tr>
<tr><td>W90-45</td><td rowspan="2">90</td><td rowspan="2">3.0</td><td rowspan="32">3.0</td><td rowspan="32">10</td><td rowspan="32">铸造材料、耐火材料、染料、电极糊等的原料</td></tr>
<tr><td>W90-75</td></tr>
<tr><td>W88-45</td><td rowspan="2">88</td><td rowspan="2">3.2</td></tr>
<tr><td>W88-75</td></tr>
<tr><td>W85-45</td><td rowspan="2">85</td><td rowspan="2">3.4</td></tr>
<tr><td>W85-75</td></tr>
<tr><td>W83-45</td><td rowspan="2">83</td><td rowspan="5">3.6</td></tr>
<tr><td>W83-75</td></tr>
<tr><td>W80-45</td><td rowspan="3">80</td></tr>
<tr><td>W80-75</td></tr>
<tr><td>W80-150</td></tr>
<tr><td>W78-45</td><td rowspan="3">78</td><td rowspan="6">4.0</td></tr>
<tr><td>W78-75</td></tr>
<tr><td>W78-150</td></tr>
<tr><td>W75-45</td><td rowspan="3">75</td></tr>
<tr><td>W75-75</td></tr>
<tr><td>W75-150</td></tr>
<tr><td>W70-45</td><td rowspan="3">70</td><td rowspan="6">4.2</td></tr>
<tr><td>W70-75</td></tr>
<tr><td>W70-150</td></tr>
<tr><td>W65-45</td><td rowspan="3">65</td></tr>
<tr><td>W65-75</td></tr>
<tr><td>W65-150</td></tr>
<tr><td>W60-45</td><td rowspan="3">60</td><td rowspan="9">4.5</td></tr>
<tr><td>W60-75</td></tr>
<tr><td>W60-150</td></tr>
<tr><td>W55-45</td><td rowspan="3">55</td></tr>
<tr><td>W55-75</td></tr>
<tr><td>W55-150</td></tr>
<tr><td>W50-45</td><td rowspan="3">50</td></tr>
<tr><td>W50-75</td></tr>
<tr><td>W50-150</td></tr>
</table>

【用途】 主要用于铸造涂料、电池碳棒、电极糊的原料，电池正极中导电材料，铅笔、焊条的配料及炼钢增碳、耐火材料等方面。

【制法】 将晶体直径小于 1μm 的天然石墨加工后，经筛选分级制得产品。

【安全性】 遇强氧化剂（如氟、三氟化氯和过氧化钾）发生反应，产生有害燃烧产物二氧化碳，对环境有害。

对眼睛和呼吸道有刺激作用，接触天然石墨可能产生渐进性的或致残的尘肺病，症状包括头痛、咳嗽、消沉、食欲降低、呼吸困难、痰为黑色，一些中毒者可能多年无症状后突然致残。

皮肤接触后用大量清水冲洗，脱去并隔离被污染的衣服和鞋，注意患者保暖并且保持安静。眼睛接触后清水冲洗。吸入时将患者移至空气新鲜处，施行人工呼吸，如果患者呼吸停止，给予人工呼吸；

如果呼吸困难，给予吸氧。吸入、食入或皮肤接触该物质可引起迟发反应。

操作过程中配戴有适当过滤片的防尘面具，戴防护镜，穿工作服、手套即可。同时确保医务人员了解该物质相关的个体防护知识，注意自身防护。定期检查呼吸系统、肺部、心血管系统。

如发生泄漏事故，封堵泄漏点。

无定形石墨粉、无定形石墨中粒和细粒，用内衬聚乙烯塑料袋或两层牛皮纸袋密封，外套塑料编织袋或用玻璃纤维乳胶袋包装，每袋净重 25kg；无定形石墨粗粒用塑料编织袋包装，每袋净重 40kg。或者由供需双方协商包装质量。包装袋上必须注明“防潮”字样。

应分批贮存在通风、干燥的库房内，以免混淆和受潮。贮存处避免接触强氧化物（氟、二氟化氯、过四氯化二钾）。运输过程中，不同牌号的产品不得混装。并应防雨、雪和防潮，装卸时要小心轻放，以免包装袋破损。

如出现火情时，由于石墨为可燃固体，如果该物质或被污染的流体进入水路，通知有潜在水体污染的下游用户，通知地方卫生、消防官员和污染控制部门。使用干粉、泡沫、二氧化碳灭火。

【生产单位】 郴州滴水岱石墨加工有限公司，青岛钰兴石墨制品有限公司，青岛奥科石墨制品厂，湖南桂阳南岭石墨厂，南阳光大非金属矿产公司，湖南星城石墨科技股份有限公司，南方石墨有限公司，内蒙古瑞盛新能源股份有限公司，兴和县瑞盛石墨有限公司，陕西眉山矿业有限公司。

Au024 鳞片石墨

【英文名】 graphite flakes

【结构式】 C

【分子量】 12.01

【物化性质】 是碳的结晶体，黑色六方晶系，呈层状结构。有金属光泽，质软，莫氏硬度 1～2，熔点 3652～3697℃（升华），沸点 4827℃，相对密度 d^{20} 2.25。不溶于水、酸、碱。具有良好的耐高温、导电、导热、润滑、可塑性及化学稳定性等性能。

【质量标准】 国家标准《鳞片石墨》GB/T 3518—2008

表 1　根据固定碳含量的分类及代号

名称	高纯石墨	高碳石墨	中碳石墨	低碳石墨
固定碳 C/%	≥99.9	94.0≤C≤99.9	80.0≤C≤94.0	50.0≤C≤80.0
代号	LC	LG	LZ	LD

根据固定碳含量分为四类：高纯石墨、高碳石墨、中碳石墨、低碳石墨。技术指标见上表。全部产品牌号由分类代号、粒径、固定碳依次排列组成。同时对各类石墨进行了技术要求。

表 2　高纯石墨技术要求

产品牌号	固定碳/%≥	水分/%≤	筛余量/%	主要用途
LC300-99.99	99.99	0.20	≥80.0	柔性石墨密封材料
LC(－)150-99.99			≤20.0	代替白金坩埚，用于化学试剂熔融
LC(－)75-99.99				
LC(－)45-99.99				
LC500-99.9	99.90		≥80.0	柔性石墨密封材料
LC300-99.9				
LC180-99.9				
LC(－)150-99.9			≤20.0	润滑剂基料
LC(－)75-99.9				
LC(－)45-99.9				

【用途】 冶金工业用于制造石墨坩埚和翻砂铸模面的涂料、炼钢炉衬里和保护渣等。电气工业用作电极、电刷、电池正极导电材料、炭管等。化学工业用于耐酸碱设备和耐高温、高压密封件，以及化肥工业用的催化剂材料。还用于润滑剂、防腐油漆、颜料、铅笔芯、火药、原子能反应堆中的中子减速剂及宇航工业中的防腐剂等。

【制法】 以天然鳞片石墨为原料，经物理、化学加工制得不同碳含量的产品。

经检验合格后方能包装。包装要坚固、整洁，每袋净重（20±0.20）kg、（25±0.20）kg、(1000±10）kg。标志要明确。

贮存在通风、干燥的库房内，堆放场地要有防潮设施，以免受潮。运输过程中要防雨、雪。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

其他内容参见微晶石墨相关知识。

【生产单位】 福建省科鑫石墨有限公司，黑龙江奥宇石墨集团有限公司，青岛石墨股份有限公司，山西云恒炭素有限公司，青岛奥科石墨制品厂，南阳博兴矿业有限责任公司，河南西峡宏业冶材有限公司。青岛日升石墨有限公司，青岛兴和石墨有限公司。

Au025 硒

【英文名】 selenium

【结构式】 Se

【分子量】 78.96

【物化性质】 为黑灰色六方晶系金属。熔点 217℃，沸点 684.9℃，相对密度 d_4^{25} 4.81。溶于浓硫酸、三氯甲烷，微溶于二硫化碳，不溶于水、乙醇。仅金属硒为半导体，其他类型的硒则为电绝缘体。硒化合物有毒。

【质量标准】 有色金属行业标准《硒》YS/T 223—2007

硒的化学成分

牌号	Se/% ≥	杂质质量分数/% ≤							
		Cu	Hg	As	Sb	Te	Fe	Pb	Ni
Se9999	99.99	0.0003	0.0003	0.0005	0.0005	0.001	0.001	0.0005	0.0005
Se999	99.9	0.001	0.001	0.003	0.001	0.007	0.005	0.002	0.002
Se99	99	—							
牌号	w（硒）/%	杂质质量分数/% ≤							
		Bi	Mg	Al	Si	B	S	Sn	杂质总量
Se9999	99.99	0.0005	0.0008	0.0008	0.0009	0.0005	0.004	0.0005	0.01
Se999	99.9	—	—	—	—	—	—	—	0.1
Se99	99	—							1.0

注：Se9999、Se999 的硒质量分数为 100% 减去表中杂质总量的余量，Se99 的硒质量分数为直接分析测定值。硒粉粒度不大于 0.25mm，硒粉不得有结块。

【用途】 工业纯硒主要用于玻璃、颜料和冶金等工业。硒用于玻璃的着色或脱色，改善碳素钢、不锈钢和铜的切削加工性能。用于制造低压整流器、光电池、热电材料以及各种复印、复写机的光接收器。以硒化物形式用作有机合成氧化剂、催化剂、动物饲料微量添加剂。硒加入橡胶中可增强耐磨性。硒及硒化物加入润滑脂中，可用于超高压润滑。硒对重金属中毒有解毒作用，中国用硒酸钠治疗“克山病”。

【制法】 工业上主要从铜或铅电解时的阳极泥分离而制得。将焙烧阳极泥处理后得到二氧化硒，再进行处理制得硒。

（1）二氧化硫还原法 在搅拌下，向

浓度为170g/L的二氧化硒水溶液（亚硒酸溶液，Se为130g/L）通入经水和稀硫酸洗涤的二氧化硫气体，在75℃充分搅拌下进行还原反应，可得到200目以上六方结晶黑色微细硒粉末。

（2）氨气还原法　将二氧化硒的蒸气用氨气在450～500℃进行还原反应，制得硒粉末。其反应式如下：

$$3SeO_2 + 4NH_3 \longrightarrow 3Se + 6H_2O + 2N_2$$

将原料纯度为99.9%的硒粉通过熔盐法提纯，可提高到99.99%，亦可用真空蒸馏法提纯。

【安全性】　毒害品。危规编号：GB 6.1类61502。UN No.2658；IMDG CODE 6250页，6.1类。

亚硒酸溶液有毒，与皮肤接触会引起强烈的疼痛，特别是进入指甲缝中疼痛更剧。在处理二氧化硒时必须戴橡皮手套，并用5%连二亚硫酸钠洗手。其他参见二氧化硒。硒对皮肤黏膜有较强的刺激性。大量吸入可引起急性中毒，出现鼻塞、流涕、咽痛、咳嗽、眼刺痛、头痛、头晕、恶心、呕吐等症状。长期接触一定浓度的硒，可有头痛、头晕、无力、恶心呕吐、食欲减退、腹泻等慢性中毒症状。还可有肝大、肝功能异常、低血压、心动过缓等植物神经功能紊乱的表现。

紧急情况下，皮肤接触时脱去污染的衣着，立即用水冲洗至少15min；或用10%硫代硫酸钠溶液冲洗，至少5min。若有灼伤，就医治疗。眼睛接触时立即提起眼睑，用流动清水冲洗15min；或用10%硫代硫酸钠溶液冲洗，至少5min，就医。吸入时迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。必要时进行人工呼吸，就医。误服者给饮大量温水，催吐，洗胃，就医。

日常操作中，可能接触其粉尘时，建议佩带防毒口罩，必要时佩戴自给式呼吸器，可采用安全面罩，穿相应的防护服，戴防护手套。工作后，淋浴更衣。工作服不要带到非作业场所，单独存放被毒物污染的衣服，洗后再用。

如发生泄漏事故，隔离泄漏污染区，周围设警告标志，建议应急处理人员戴好防毒面具，穿化学防护服，不要直接接触泄漏物。用清洁的铲子收集于干燥洁净有盖的容器中，转移回收。

硒锭用聚乙烯塑料袋密封包装，装入瓦楞纸盒中，锭间用瓦楞纸塞紧，防止运输过程中碰碎。纸盒置于木箱内，每箱净重25～35kg。硒粉与硒粒用内衬聚乙烯塑料袋与纸袋的木箱进行包装，每箱净重15～25kg。硒粒用聚乙烯塑料瓶包装，每瓶净重1～2kg。置于木箱内集装运输。木箱（或瓶）上应注明“防潮”等字样。

硒锭、硒粒和硒粉应存放于阴凉、通风、干燥、无腐蚀性气氛的库房内，不得与酸类和易燃物品共贮混运。在运输过程中防雨淋和防震。装卸时要轻拿轻放，严禁碰撞。

发生火情时，用雾状水、干粉、砂土进行灭火。

【生产单位】　金川集团股份有限公司，长沙市中贵有色金属有限公司，长沙盛特新材料有限公司，云南铜业股份有限公司，江西铜业集团公司，先导（清远）稀有金属化工有限公司，大冶市锦鹏摩擦材料有限公司。

Au026　硅多晶

【别名】　多晶硅

【英文名】　polycrystalline silicon

【结构式】　Si

【分子量】　28.07

【物化性质】　具有灰色金属光泽的晶体。相对密度2.32～2.34，熔点1410℃，沸点2355℃。溶于氢氟酸和硝酸的混酸中，不溶于水、硝酸和盐酸。硬度介于锗和石英之间，在室温下质脆，切割时易碎裂。

加热至800℃以上即可延长，1300℃时显出明显变形。常温下不活泼，高温下与氧、氮、硫等引起反应。在高温熔融状态下具有较大的化学活性，几乎能与任何材料起作用。具有半导体性质，是极为重要的优良半导体材料，但微量的杂质即可大大影响其导电性。

【质量标准】

1. 国家标准《电子级多晶硅》GB/T 12963—2014

项　目	技术指标要求		
	电子1级	电子2级	电子3级
施主杂质浓度/10^{-9}	≤0.15	≤0.25	≤0.30
受主杂质浓度/10^{-9}	≤0.05	≤0.08	≤0.10
少数载流子寿命/μs	≥1000	≥1000	≥500
碳浓度/(atoms/cm³)	$<4.0\times10^{15}$	$<1.0\times10^{16}$	$<1.5\times10^{16}$
氧浓度/(atoms/cm³)	$\leq1\times10^{16}$	—	—
基体金属杂质浓度/10^{-9}	Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Na总金属杂质含量:≤1.0	Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Na总金属杂质含量:≤1.5	Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Na总金属杂质含量:≤2.0
表面金属杂质浓度/10^{-9}	Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Al、K、Na总金属杂质含量:≤5.5	Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Al、K、Na总金属杂质含量:≤10.5	Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Al、K、Na总金属杂质含量:≤15

注：电阻率值由供需双方协商确定。

说明：电子级多晶硅按外形分为块状多晶硅和棒状多晶硅，根据导电类型分为N型和P型，根据纯度的差别分为3级。

2. 国家标准《太阳能级多晶硅》GB/T 12963—2014

项目(一)	技术指标(一)		
	1级品	2级品	3级品
基磷电阻率/(Ω·cm)	≥100	≥40	≥20
基硼电阻率/(Ω·cm)	≥500	≥200	≥100
少数载流子寿命/μs	≥100	≥50	≥30
氧浓度/(atoms/cm³)	$\leq1.0\times10^{17}$	$\leq1.0\times10^{17}$	$\leq1.5\times10^{17}$
碳浓度/(atoms/cm³)	$\leq2.5\times10^{16}$	$\leq4.0\times10^{16}$	$\leq4.5\times10^{16}$
项目(二)	**技术指标(二)**		
	1级品	2级品	3级品
施主杂质浓度/10^{-9}	≤1.5	≤3.76	≤7.74
受主杂质浓度/10^{-9}	≤0.5	≤1.3	≤2.7
少数载流子寿命/μs	≥100	≥50	≥30
氧浓度/(atoms/cm³)	$\leq1.0\times10^{17}$	$\leq1.0\times10^{17}$	$\leq1.5\times10^{17}$
碳浓度/(atoms/cm³)	$\leq2.5\times10^{16}$	$\leq4.0\times10^{16}$	$\leq4.5\times10^{16}$
基体金属杂质含量(Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、TMI、总金属杂质含量)/10^{-6}	≤0.05	≤0.1	≤0.2

注：1. 基体金属等杂质检测可采用二次离子质谱、等离子体质谱和中子活化分析，由供需双方协商解决。

2. 基体金属杂质为参考项目，由供需双方协商解决。

3. 当指标（一）中电阻率处于级别临界值时，以指标（二）的判定结果为准。

【用途】 用作制备硅单晶的原料。

【制法】 目前国际上硅多晶生产主要的传统工艺有：改良西门子法、硅烷法和流化床法。近年发展起来的物理法目前只对应于太阳能用硅多晶。改良西门子工艺生产的硅多晶的产能约占世界总产能的80%。

三氯氢硅烷法：将干燥的硅粉加入合成炉中，与通入的干燥氯化氢气体在280～330℃有氯化亚铜催化剂存在下进行氯化反应，反应气体经旋风分离除去杂质，再用氯化钙冷冻盐水将气态三氯氢硅冷凝成液体，经粗馏塔蒸馏和冷凝，除去高沸物和低沸物，再经精馏塔蒸馏和冷凝，得到精制三氯氢硅液体，纯度达到7个“9”以上，杂质含量小于1×10^{-7}，硼要求在0.5×10^{-9}以下。提纯后的三氯氢硅送入不锈钢制的还原炉内，用超纯氢气作还原剂，在1050～1100℃还原成硅，并以硅芯棒为载体，沉积而得硅多晶成品。其反应式如下：

$$H_2+Cl_2 \longrightarrow 2HCl$$

$$Si+3HCl \longrightarrow SiHCl_3+H_2$$

$$SiHCl_3+H_2 \longrightarrow Si+3HCl$$

【安全性】 三氯氢硅对人体有毒，其蒸气有窒息性臭味，强烈刺激呼吸道黏膜；其水解产物氯化氢、二氧化硅对肺有刺激，长期吸入可导致贫血。三氯氢硅最高容许浓度为$1mg/m^3$。

与钙、碳化铯、氯、氟化钴、氟、三氟化碘、三氟化锰、碳化铷、氟化银、钾钠合金剧烈反应。粉尘遇火焰或与氧化剂接触发生反应，有中等程度的危险性。

如皮肤接触，脱去污染的衣着，用流动清水冲洗。眼睛接触，提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗，就医。吸入后要迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。食入后饮足量温水，催吐，就医。

生产设备要密闭，车间通风应良好。生产人员工作时要佩戴防毒口罩、密闭眼镜，穿工作服等劳动保护用品，以防止呼吸器官、眼睛和皮肤接触。中毒者应立即转移到新鲜空气中进行人工呼吸、输氧，注射葡萄糖及强心剂，并迅速送医院治疗。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备。避免产生粉尘，避免与氧化剂接触。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备，倒空的容器可能残留有害物。

如发生泄漏，隔离泄漏污染区，限制出入，切断火源。建议应急处理人员戴防尘面具（全面罩），穿一般作业工作服。小量泄漏要避免扬尘，用洁净的铲子收集于干燥、洁净、有盖的容器中。大量泄漏时要用水润湿，然后转移回收。

棒状硅多晶应装入清洁的聚乙烯塑料袋，密封，再置于适宜的包装盒内，并采取防护措施，防止断裂。块状硅多晶应在洁净或充氮气条件下装入清洁的聚乙烯塑料袋内，密封，再置于适宜的包装盒内，其周围用软物塞紧，以防损坏包装和沾污产品。产品外运时，将装有产品的包装盒放入箱内，四周用软物塞紧。箱外应有“防潮”标志。

应贮存在阴凉、干燥、清洁的库房内，不可与酸、碱类产品共贮混运。运输时要防雨淋、防震、防机械损伤。装卸时要小心轻放，严防包装碰撞、震动和挤压。

采用干粉、干砂灭火，禁止用水和二氧化碳。

【生产单位】 保利协鑫能源控股有限公司，陕西天宏硅材料有限公司，江西赛维LDK太阳能高科技有限公司，洛阳中硅高科技有限公司，重庆大全新能源有限公司，江苏中能硅业科技发展有限公司，内蒙古神舟硅业有限责任公司，鄂尔多斯多晶硅业有限公司，内蒙古锋威硅业有限公司，宜昌南玻硅材料有限公司，亚洲硅业

(青海)有限公司，张家港市日晶科技有限公司，宁夏阳光硅业有限公司，四川瑞能硅材料有限公司，雅安永旺硅业有限公司，国电内蒙古晶阳能源有限公司。

Au027 硅单晶

【别名】 单晶硅

【英文名】 monocrystalline silicon

【结构式】 Si

【分子量】 28.086

【物化性质】 整个晶体的原子排列是有规则、有周期性的，其结构方向一致，性脆易裂。熔点1410℃，沸点2477℃，相对密度2.336，莫氏硬度7.0，晶格常数 5.42×10^{-10} m，原子距 2.252×10^{-10} m。

【质量标准】 本产品执行国家标准GB/T 12962—2005。

【用途】 用于制造半导体分立器件、功率器件、集成电路和外延衬底等。

【制法】 工业生产有坩埚直拉法、悬浮区熔法、中子嬗变掺杂法。

(1) 坩埚直拉法　拉晶前先将设备各部件、合金石英坩埚、硅多晶和籽晶进行清洁处理。

将硅多晶破碎除去石墨，经丙酮去油后，进行化学清洗，用无离子水洗至中性，再经超声波清洗、红外干燥、配料及掺杂，加入单晶炉的合金石英坩埚中，再经抽真空、熔化，在流通的氩气氛下，人工引晶放肩和收尾。晶体的等径生长过程中，需根据情况适当调节功率，使其获得直径均匀的产品，经检测、称量，制得硅单晶成品。

(2) 悬浮区熔法　先将设备和原料清洁处理，把硅多晶切断，磨后用丙酮去油，进行化学清洗，用无离子水洗至中性，再经超声波清洗、红外干燥、配料和掺杂，装炉，抽真空或充氩气。在氩气下高频加热进行区熔提纯单晶。预热、引晶、放肩、等径、收尾等过程由人工控制，再经检测、称量，制得硅单晶成品。

【安全性】 产品用聚苯烯(泡沫)逐锭包装，装入适宜的包装箱内，并装满填充物，防止松动，防损坏晶体。箱外应标有“小心轻放”、“防潮”、“易碎”等标志。

运输过程中应轻装轻卸，勿压勿挤，并采取防震防潮措施。贮存在阴凉、干燥、清洁的库房内。注意防震、防潮。

其他请参见硅多晶。

【生产单位】 天津市环欧半导体材料技术有限公司，宁晋松宫半导体有限公司，涿鹿中源单晶硅有限公司，洛阳单晶硅有限公司，峨嵋半导体材料厂，陕西西京电子科技有限公司，保利协鑫能源控股有限公司，江西赛维LDK太阳能高科技有限公司，江苏中能硅业科技发展有限公司，浙江金盛光电有限公司，高佳太阳能股份有限公司，四川瑞昱光伏材料有限公司，无锡中硅科技有限公司，湖北晶星科技有限公司，西安矽美单晶硅技术有限公司，有研半导体材料股份有限公司，江苏大港股份有限公司，山西兰花科技创业股份有限公司，深圳市拓日新能源科技股份有限公司。

Au028 碲

【英文名】 tellurium

【结构式】 Te

【分子量】 127.60

【物化性质】 斜方晶系银白色结晶。熔点450℃，沸点1390℃，相对密度6.25。溶于硫酸、硝酸、王水、氰化钾、氢氧化钾；不溶于冷水和热水、二硫化碳。碲在空气或氧中燃烧生成两性的二氧化碲，并发出蓝色火焰，同卤素发生强烈作用，生成碲的卤化物。和硒相反，在高温下碲几乎不同氢发生作用。有毒。

【质量标准】 有色金属行业标准《碲锭》YS/T 222—2010

牌号	Te/% ≥	杂质质量分数/% ≤											
		Cu	Pb	Al	Bi	Fe	Na	Si	S	Se	As	Mg	总和
Te9999	99.99	0.001	0.002	0.0009	0.0009	0.0009	0.003	0.001	0.001	0.002	0.0005	0.0009	0.01
Te9995	99.95	0.002	0.004	0.003	0.002	0.004	0.006	0.002	0.004	0.015	0.001	0.002	—
Te99	99	—											

注：1. Te9999、Te999 与牌号中碲含量为 100% 减去表中所列杂质元素实测值总和的余量。

2. Te99 牌号碲含量为产品直接分析测定值。

3. 碲为银灰色锭块。碲锭表面必须洁净，无肉眼可见的夹杂物。

【用途】 供半导体器件、合金、化工原料及铸铁、橡胶、玻璃等工业作添加剂用。

【制法】 湿法：将铜电解过程所得含碲阳极泥焙烧物用碱处理，制成粗亚碲酸碱溶液（pH＞10.8），加入硫化碱，使铅、铜、银、铁等变成硫化物而沉淀分离。滤液用盐酸中和则沉淀出二氧化碲，过滤。把二氧化碲溶于 6mol/L 盐酸中（碲的质量浓度为 200g/L）并加热至 90℃，在每升溶液中加入 13g 盐酸羟胺，将杂质硒沉淀过滤分离除去，将用水和稀硫酸洗涤过的二氧化硫气体通入上述滤液中，使碲沉淀，经过滤、水洗、干燥得到碲，再经多硫化钠抽提法提纯，制得碲成品。

高纯碲的生产多采用电解法。以工业碲为阳极，外表面用聚氯乙烯微孔塑料作隔膜，用不锈钢板作阴极，电解液为亚碲酸钠溶液，保持 TeO_2 浓度为 168～183g/L，电解温度为 45℃，电流密度为 200A/m^2，在阴极上可获得纯度为 99.995%的碲。以电解碲为原料，在 460～500℃、10^{-3}～10^{-4} Torr 真空下精馏提纯，可得 99.999%的高纯碲。采用氢气气氛水平区域熔炼法，利用 H_2 与硒发生作用而几乎不与碲反应的原理，进一步除去杂质硒，获得纯度为 99.9999%的碲。最后，可用拉晶法提纯，纯度可高于 99.9999%。

【安全性】 碲及其化合物高毒、可燃，具刺激性，LD_{50} 83mg/kg（大鼠经口），能刺激呼吸器官、黏膜和皮肤。空气中最大容许浓度为 0.01～0.1mg/m^3。粉体在受热、遇明火或接触氧化剂时会引起燃烧爆炸。

碲可与血浆中的蛋白和含巯基的酶结合。其毒性与砷、硒相似，但毒性比砷、硒低。大量吸入，可刺激上呼吸道发生炎症；严重者发生化学性肺炎，患者呼气有蒜臭味。长期接触低浓度碲，可有口干、呼气蒜臭味、恶心、食欲不振、无汗、皮肤干燥发痒、便秘，嗜睡、无力等慢性中毒表现。

如皮肤接触，脱去污染的衣着，用流动清水冲洗。眼睛接触，提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗，就医。吸入后要迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。食入后饮足量温水，催吐，就医。

工作环境应密闭操作，局部排风，有安全淋浴和洗眼设备。可能接触其粉尘时，作业工人应该佩戴自吸过滤式防尘口罩，必要时，佩戴空气呼吸器、氧气呼吸器或长管面具，戴化学安全防护眼镜，穿连衣式胶布防毒衣，戴橡胶手套。工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作完毕，淋浴更衣。单独存放被毒物污染的衣服，洗后备用。保持良好的卫生习惯。

如发生泄漏事故，隔离泄漏污染区，限制出入，切断火源。建议应急处理人员戴防尘面具（全面罩），穿防毒服，不要直接接触泄漏物。小量泄漏时避免扬尘，小心扫起，转移回收。大量泄漏要用塑料布、帆布覆盖，然后转移回收。

碲锭用防湿包装纸包好，置于包装箱

或铁桶内，用碎纸等塞紧。每箱（桶）只允许装同一牌号的碲锭，每箱（桶）净重不大于 30kg。

包装箱（或铁桶）在运输过程中要仔细操作，摆放整齐，避免其受到碰撞，且应注意防潮保护。

存放在阴凉、通风、干燥、清洁、无化学药品腐蚀气氛的库房内，防潮。不可与酸、碱类产品共贮混运。运输过程中应防雨淋和防震。装卸时轻拿轻放，防止碰撞，破坏包装。

发生火情时采用水、砂土灭火。

【生产单位】 株洲冶炼集团股份有限公司，云南驰宏锌锗股份有限公司，四川鑫龙碲业科技开发有限责任公司，湖南金旺铋业股份有限公司，上海顺有金属材料有限公司，先导（清远）稀有金属化工有限公司，成都汉普高新材料有限公司，四会市万达稀贵金属有限公司，湘潭县楚润碲业有限公司。

Av 气体

各种气体在工业上都有很大的实用价值。人们熟悉的氢气和氧气就是化学工业、电子工业、医疗和军事方面的重要原料。氧气已广泛用于钢铁熔炼和轧钢过程；纯度为98.5%～99.2%的氧气与可燃气体（如乙炔）相混合，可获得极高的火焰温度，能使金属熔融。氢气在有机化学工业中起着重要作用，氢化反应是制备有机化合物的一个重要过程；加氢反应可以使不饱和有机化合物分子中的氢原子数目增加而变为饱和的有机化合物等等。随着世界人口增加、生产发展、能耗上升，各国在开源节能方面做了大量工作，其中氢气除了在已知国民经济中发挥作用外，一些国家也试图将其作为二次能源，因为氢的同位素氘、氚是可控热核反应的燃料。据科学家计算，1t海水中的氘、氚聚变反应释放出的热量相当于300t石油的热量。因此，电解水制氢这一原料来源广、生产无污染的工业方法受到人们的重视。

氮气在合成氨中的重要地位已众所周知，我国是一个农业大国，发展氮气对氮肥生产至关重大。二氧化碳是纯碱生产的主要原料；液体二氧化碳固化后的固体称为“干冰”，它在深度冷冻、医疗局部麻醉及食品贮存等方面都起着重要作用。

氦、氖、氩、氪、氙是稀有气体，也称为惰性气体。由于这些气体对其他各种元素不发生化学作用，并具有热传导低的特性，因此最适用于金属焊接和电器工业。随着人们对惰性气体性质更深的研究和认识，惰性气体除用作广告霓虹灯外，已广泛用于其他工业方面。如：电器工业中氖氦混合气用于发光灯泡、电子管、仪表指示灯及日光灯继电器；氖气透雾性强，常用作飞机场指示灯及电子管充气原料；整流器装入氖气，电流可高达150A；氩气与水银混合应用于光电池以测量放射性接收器等。

Av001 二氧化碳

【英文名】 carbon dioxide

【结构式】 CO_2

【分子量】 44.01

【物化性质】 无色无臭，不燃烧、不助燃，可压缩至高压的气体。气体相对密度1.977（0℃），在5.07MPa（50atm）下，可压缩成为无色液体，其相对密度

1.101（−37℃），升华点−78.5℃，熔点−56.5℃（5.2×10^5 Pa）。液态二氧化碳冷却到−21.1℃，压力0.415MPa则生成固体二氧化碳（称干冰），其相对密度1.56（−79℃）。溶于水，气体二氧化碳的溶解度为171.3g/cm³水（0℃），水溶液呈酸性。

【质量标准】

1. 国家标准《食品添加剂液体二氧化碳》GB/T 10621—2006

序号	项目		指标
1	二氧化碳的体积分数/$\times10^{-2}$	≥	99.9
2	水分的体积分数/$\times10^{-6}$	≤	20
3	酸度		按标准5.4检验合格
4	一氧化氮的体积分数/$\times10^{-6}$	≤	2.5
5	二氧化氮的体积分数/$\times10^{-6}$	≤	2.5
6	二氧化硫的体积分数/$\times10^{-6}$	≤	1.0
7	总硫的体积分数(除二氧化硫外,以硫计)/$\times10^{-6}$	≤	0.1
8	碳氢化合物总的体积分数(以甲烷计)/$\times10^{-6}$	≤	50(非甲烷烃不超过20)
9	苯的体积分数/$\times10^{-6}$	≤	0.02
10	甲醇的体积分数/$\times10^{-6}$	≤	10
11	乙醇的体积分数/$\times10^{-6}$	≤	10
12	乙醛的体积分数/$\times10^{-6}$	≤	0.2
13	其他含氧有机物①的体积分数/$\times10^{-6}$	≤	1.0
14	氯乙烯的体积分数/$\times10^{-6}$	≤	0.3
15	油脂的质量分数/$\times10^{-6}$	≤	5
16	水溶液气味、味道及外观		按标准5.10检验合格
17	蒸发残渣的质量分数/$\times10^{-6}$	≤	10
18	氧气的体积分数/$\times10^{-6}$	≤	30
19	一氧化碳的体积分数/$\times10^{-6}$	≤	10
20	氨的体积分数/$\times10^{-6}$	≤	2.5
21	磷化氢的体积分数/$\times10^{-6}$	≤	0.3
22	氰化氢的体积分数/$\times10^{-6}$	≤	0.5

① 其他含氧有机物包括二甲醚、环氧乙烷、丙酮、正丙醇、异丙醇、正丁醇、异丁醇、乙酸乙酯、乙酸异戊酯。

2. 化工行业标准《焊接用二氧化碳气体》HG/T 2537—1993

指标名称	指标	
	优等品	一等品
二氧化碳(体积分数)/$\times10^{-2}$	≥99.9	≥99.7
液态水	不得检出	不得检出
油	不得检出	不得检出
水蒸气和乙醇(质量分数)/$\times10^{-2}$	≤0.005	≤0.02
气味	无异味	无异味

【用途】 气体二氧化碳主要用作制纯碱、化肥（碳酸氢铵、尿素）及合成甲醇和无机盐工业的原料，亦用于钢铸件淬火和铅白制造，还用于制造干冰等。液体二氧化碳用于焊接、发酵工业、冷却和清凉饮料、制糖工业、医用局部麻醉，还用作大型铸钢防泡剂、植物成长促进剂、防氧化剂及灭火剂等。固体二氧化碳用于青霉素生产，鱼类、奶油、冰淇淋等食品贮存及低温运输等方面。

【制法】

（1）煅烧法　高温煅烧石灰石（或白云石）过程中产生的二氧化碳气，经水

洗、除杂、压缩，制得气体二氧化碳。其反应式如下：

$$CaCO_3 \xrightarrow{高温} CaO + CO_2 \uparrow$$

（2）副产气体回收法　氨、氢气、合成氨生产过程中往往有脱碳（即脱除气体混合物中的二氧化碳）过程，使混合气体中的二氧化碳经加压吸收、减压加热解吸可获得高纯度的二氧化碳气。

【安全性】 危规编号：GB 2.2 类 22019。UN No.1013；IMDG CODE 2111 页，2.2 类（压缩的）。GB 9.2 类 92001。UN No.1845；IMDG CODE 9025 页，8 类（固体的）。GB 2.2 类 22020。UN No.2187；IMDG CODE 2111 页，2.2 类（液化的）。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。

在低浓度时，对呼吸中枢呈兴奋作用，高浓度时则产生抑制甚至麻痹作用。中毒机制中还兼有缺氧的因素。急性中毒：人进入高浓度二氧化碳环境，在几秒钟内迅速昏迷倒下，反射消失、瞳孔扩大或缩小、大小便失禁、呕吐等，更严重者出现呼吸停止及休克，甚至死亡。固态（干冰）和液态二氧化碳在常压下迅速汽化，能造成－80～－43℃低温，引起皮肤和眼睛严重的冻伤。慢性影响：经常接触较高浓度的二氧化碳者，可有头晕、头痛、失眠、易兴奋、无力等神经功能紊乱等。但在生产中是否存在慢性中毒国内外均未见病例报道。二氧化碳对皮肤及黏膜有刺激作用，最高容许浓度未作规定，操作时要戴防毒面具。

皮肤或眼睛接触干冰时，若有冻伤，就医治疗。吸入过量时迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。

注意密闭操作，提供良好的自然通风条件。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。防止气体泄漏到工作场所空气中。远离易燃、可燃物。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备泄漏应急处理设备，避免高浓度吸入。进入罐、限制性空间或其他高浓度区作业，须有人监护。

发生紧急泄漏时，迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿一般作业工作服，尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。

包装及贮运：采用 $6m^3$ 专用高压钢瓶包装，固体二氧化碳散装或 50kg 块装。钢瓶受热后压力增大，有爆炸的危险。液体二氧化碳钢瓶应立式存放在于阴凉、通风、干燥的库房中，仓温不得超过 30℃。远离火种、热源，防止阳光直射，应与易爆、易燃品分开存放。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件损坏。

失火时，可用水和各种灭火器扑救。

【生产单位】 南京麦克斯南分特种气体有限公司，上海米腾干冰厂，青岛信和源气体有限公司，苏州金宏气体股份有限公司，大连大特气体有限公司，北京氦普北分气体工业有限公司，六方气体工程（苏州）有限公司，上海利旦工业气体有限公司，四川亚联高科技股份有限公司。

Av002 氢气

【英文名】 hydrogen

【结构式】 H_2

【分子量】 2.01

【物化性质】 无色、无臭、无味、无毒的可燃气体，燃烧时发生蓝色火焰。熔点－259.2℃，沸点－252.8℃，气体相对密度 0.0899，液态相对密度 0.070。是最轻的气体，临界温度－2399℃，临界压力 132MPa，临界密度 30.01g/L。水中溶解度为 $2.14cm^3/100mL$ 水（0℃）。常温下与氧化合极缓和，在 800℃以上或点火时则爆炸生成水，同时产生强热。燃烧时能

与许多金属或非金属直接化合。

【质量标准】

1. 国家标准《氢气 第1部分 工业氢》GB/T 3634.1—2006

工业氢的技术指标应符合表1的要求。

表1 工业氢的技术指标

项目名称	指标		
	优等品	一级品	合格品
氢气的体积分数/$\times 10^{-2}$ ≥	99.95	99.50	99.00
氧气的体积分数/$\times 10^{-2}$ ≤	0.01	0.20	0.40
氮加氩的体积分数/$\times 10^{-2}$ ≤	0.04	0.30	0.60
露点/℃	-43		
游离水/(mL/40L瓶)	—	无游离水	≤100

注：管道输送以及其他包装形式的合格品工业氢的水分指标由供需双方商定。

2. 国家标准《氢气 第2部分 纯氢、高纯氢和超纯氢》GB/T 3634.2—2011

纯氢、高纯氢和超纯氢的技术指标应符合表2的要求。

表2 纯氢、高纯氢和超纯氢的技术指标

项目名称	指标		
	纯氢	高纯氢	超纯氢
氢气(H_2)纯度(体积分数)/$\times 10^{-2}$ ≥	99.99	99.999	99.9999
氧(O_2)含量(体积分数)/$\times 10^{-6}$ ≤	5	1	0.2
氩(Ar)含量(体积分数)/$\times 10^{-6}$ ≤	供需商定	供需商定	
氮(N_2)含量(体积分数)/$\times 10^{-6}$ ≤	60	5	0.4
一氧化碳(CO)含量(体积分数)/$\times 10^{-6}$ ≤	5	1	0.1
二氧化碳(CO_2)含量(体积分数)/$\times 10^{-6}$ ≤	5	1	0.1
甲烷(CH_4)含量(体积分数)/$\times 10^{-6}$ ≤	10	1	0.2
水分(H_2O)含量(体积分数)/$\times 10^{-6}$ ≤	10	3	0.5
杂质总含量(体积分数)/$\times 10^{-6}$ ≤	—	10	1

【用途】 用于石油炼制和石油化工的各种工艺过程。化学工业中用作合成氨、聚氯乙烯、辛醇、油脂硬化、过氧化氢等产品的原料。冶金工业中用于金属切割，焊接的氢氧焰，有色金属钨、钼、钛等的生产，高纯氢气在加工中还用作还原气和保护气。在电子工业中，高纯氢气用于电子材料、半导体材料和器件、集成电路以及电真空器件的生产。随着液氢生产的发展，在宇航、火箭事业上的应用也越来越广。

【制法】 目前，工业上制氢的方法有电解水法、电解食盐水制氢氧化钠副产氢气法及矿物燃料（天然气、石油等）转化制氢法。

(1) 电解法

① 食盐水溶液制烧碱副产法。电解食盐（氯化钠）水溶液时，在阳极上产生氯气，在阴极上产生氢气，经水洗、压缩碱洗、冷冻、干燥，制得纯度为99.8%氢气。其反应式如下：

$$NaCl+H_2O \xrightarrow{\text{电解}} 1/2H_2+NaOH$$

阳极反应：$Cl^- \longrightarrow 1/2Cl_2\uparrow + e$

阴极反应：$H_2O+e \longrightarrow OH^- + 1/2H_2\uparrow$

② 水电解法。将一定电压的直流电通以水电解池，水就发生分解。在阳极上

析出氧，阴极上析出氢气。反应式如下：

$$2H_2O \xrightarrow{电解} 2H_2 + O_2$$

阳极反应：$4OH^- = O_2\uparrow + 2H_2O + 4e$

阴极反应：$4e + 4H_2O = 2H_2\uparrow + 4OH^-$

（2）矿物燃料转化制氢法　由各种矿物燃料天然气、石油及其制品、煤制氢，其过程具有很大的相似性。它的基本过程是：烃类的蒸气转化包括天然气、轻油等的蒸气转化；部分氧化法原油、重油等液体原料的部分氧化；煤的气化。

【安全性】　属易燃、易爆气体，危规编号：GB 2.1 类 21001。UN No.1049；IMDG CODE 2148 页，2.1 类。副危险 3 类（压缩的）。GB 2.1 类 21002。UN No.1966；IMDG CODE 2148 页，2.1 类。副危险 3 类（液化的）。

氢气为无色、无味气体，成分中含有氯、氧、一氧化碳及空气等的混合物，有爆炸的危险，遇热或明火即爆炸。气体比空气轻，在室内使用和贮存时，漏气上升滞留屋顶不易排出，遇火星会引起爆炸。氢气与氟、氯、溴等卤素会剧烈反应。

本品在生理学上是惰性气体，仅在高浓度时，由于空气中氧分压降低才引起窒息。在很高的分压下，氢气可呈现出麻醉作用。

发生吸入情况，迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。

密闭操作，加强通风。建议操作人员穿防静电工作服，远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备。防止气体泄漏到工作场所空气中，避免与氧化剂、卤素接触。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。

如发生泄漏事故，迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入，切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服，尽可能切断泄漏源，合理通风，加速扩散。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。

包装及贮运：用 $6m^3$ 专用高压钢瓶包装。贮存于阴凉、通风的库房，远离火种、热源，库温不超过 30℃，相对湿度不超过 80%。应与氧化剂、卤素分开存放，切忌混贮。采用防爆型照明、通风设施，禁止使用易产生火花的机械设备和工具。装运时要轻拿轻放，严禁碰撞，防日光曝晒。贮区应备有泄漏应急处理设备。

失火时，切断气源。若不能立即切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。

【生产单位】　南京麦克斯南分特种气体有限公司，大连大特气体有限公司，中昊光明化工研究设计院有限公司，六方气体工程（苏州）有限公司，北京氦普北分气体工业有限公司，上海利旦工业气体有限公司，青岛信和源气体有限公司，苏州金宏气体股份有限公司，四川亚联高科技股份有限公司。

Av003 氮气

【英文名】　nitrogen

【结构式】　N_2

【分子量】　28.01

【物化性质】　无色、无臭、无味，可压缩至高压的气体。气体相对密度 1.2506，液态相对密度 0.8081（−195.8℃），固态相对密度 1.026（−252.5℃），熔点 −209.86℃，沸点 −195.8℃，临界温度 −147.1℃，临界压力 33.5×10^5 Pa。常温下化学性质稳定，加热至 560℃时，能被镁、钙、锂和另外一些金属所吸收。在

更高温度下能直接与氧和氢化合。溶于水（0℃时 2.33cm^3/100mL 水，40℃时 1.42cm^3/100mL 水），微溶于醇。液化温度 77.35K，固化温度 63.2K。

【质量标准】

1. 国家标准《工业氮》GB/T 3864—2008

项 目		指 标
氮气(N_2)纯度/$\times 10^{-2}$	≥	99.2
氧(O_2)含量/$\times 10^{-2}$	≤	0.8
游离水		无

2. 国家标准《纯氮、高纯氮和超纯氮》GB/T 8979—2008

项 目		指 标		
		纯氮	高纯氮	超纯氮
氮气(N_2)纯度/$\times 10^{-2}$	≥	99.99	99.999	99.9999
氧(O_2)含量/$\times 10^{-6}$	≤	50	3	0.1
氩(Ar)含量/$\times 10^{-6}$	≤	—	—	2
氢(H_2)含量/$\times 10^{-6}$	≤	15	1	0.1
一氧化碳(CO)含量/$\times 10^{-6}$	≤	5	1	0.1
二氧化碳(CO_2)含量/$\times 10^{-6}$	≤	10	1	0.1
甲烷(CH_4)含量/$\times 10^{-6}$	≤	5	1	0.1
水(H_2O)含量/$\times 10^{-6}$	≤	15	3	0.5

【用途】 化学工业用于合成氨、硝酸、氰氨化钙、氰化物、过氧化氢等的生产。纯氮气用作防止氧化、挥发、易燃物质的保护气体、灯泡填充气。液氮主要用作冷源，用于仪器或机件的深度冷冻处理及食品速冻。也用于低温微粉碎用及电子工业等。

【制法】 空分法：采用全低压流程，首先清除空气中的灰尘和机械杂质，然后在压缩机中压缩，清除压缩空气中的二氧化碳，干燥压缩空气，经液化、精馏，分离成氧和氮气。氮气贮藏在氮气柜；液氮送入贮槽，压缩的氮气充填在氮气瓶中。

【安全性】 属不燃气体，危规编号：GB 6.2 类 22005。UN No.1066；IMDG CODE 2163 页，2.2 类（压缩的）。GB 2.2 类 22006。UN No.1977；IMDG CODE 2165 页，2.2 类（液化的）。

氮气本身是无毒的，仅在氧气压力明显低时，才表现出氮气的毒性。在大气压力为 3.923×10^6 Pa（即在氮气的压力为 3.138Pa 下）时，对视、听和嗅觉刺激迟钝。生产液体氮时，要戴防护手套和眼镜，车间要通风，避免高浓度吸入。进入罐、限制性空间或其他高浓度区作业，必须有人监护。

空气中氮气含量过高，使吸入气氧分压下降，引起缺氧窒息。吸入氮气浓度不太高时，患者最初感胸闷、气短、疲软无力；继而有烦躁不安、极度兴奋、乱跑、叫喊、神情恍惚、步态不稳等症状，称之为“氮酩酊”，可进入昏睡或昏迷状态。吸入高浓度，患者可迅速出现昏迷、呼吸心跳停止而致死亡。潜水员深潜时，可发生氮的麻醉作用；若从高压环境下过快转入常压环境，体内会形成氮气气泡，压迫神经、血管或造成微血管阻塞，发生“减压病”。

如发生吸入时，迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；呼吸心跳停止时，立即进行人工呼吸和胸外心脏按压术，就医。

密闭操作，提供良好的自然通风条件。当作业场所空气中氧气浓度低于18%时，必须佩戴空气呼吸器、氧气呼吸器或长管面具，穿一般作业工作服，戴一

般作业防护手套。避免高浓度吸入，进入罐、限制性空间或其他高浓度区作业，必须有人监护。

发生泄漏事故时，迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿一般作业工作服。尽可能切断泄漏源，合理通风，加速扩散。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。

包装及贮运：$6m^3$专用耐压钢瓶包装，或用安瓿瓶外套普通木箱包装。

应贮存于阴凉、通风的库房中，仓温不宜超过 30℃。应远离火种和热源，防止阳光直射。

必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。严禁与易燃物或可燃物等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。铁路运输时要禁止溜放。搬运时应轻装、轻卸，防止钢瓶及附件损坏。

本品不燃。失火时，尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。

【生产单位】 南京麦克斯南分特种气体有限公司，青岛信和源气体有限公司，苏州金宏气体股份有限公司，大连大特气体有限公司，武汉钢铁集团氧气有限责任公司，中昊光明化工研究设计院有限公司，六方气体工程（苏州）有限公司，北京氦普北分气体工业有限公司，上海利旦工业气体有限公司，四川亚联高科技股份有限公司，北京京高气体有限公司。

Av004 一氧化氮

【英文名】 nitric oxide；nitrogen oxide

【结构式】 NO

【分子量】 30.01

【物化性质】 一氧化氮是无色、无臭、剧毒性气体。其液体为蓝色，熔点 −163.6℃，沸点−151.8℃。它在水中溶解度甚微，但在硝酸水溶液中溶解度比在水中溶解度大很多倍，且随硝酸浓度增大而增加。可溶于硫酸、乙醇、硫酸亚铁和二硫化碳等。在标准状态下气体密度为 $1.3402kg/m^3$。液体密度（−151.75℃，101.325kPa）$1.300kg/m^3$。一氧化氮具有单电子顺磁游离基，其反应活性较低，常温下比较稳定，遇二氧化氮即生成三氧化二氮。一氧化氮易与氧化合，生成褐色的二氧化氮。能将硝酸分解，本身被氧化成二氧化氮。在高温时，能将硝酸盐还原成亚硝酸盐并放出二氧化氮。一氧化氮能与某些金属盐结合，如硫酸亚铁，生成深棕色硫酸亚硝基铁，与稀碱溶液无反应。加热至 700℃时，开始分解为氮气和氧气。至 1200℃时分解剧烈。一氧化氮不助燃，结构上不饱和，故有加合反应发生。一氧化氮与硫酸在压力作用下生成“蓝酸”（$H_2SO_4 \cdot NO$）。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指 标
一氧化氮(NO)/%	99.5

【用途】 用于半导体生产中的氧化、化学气相沉积工艺，并用作大气监测标准混合气。也用于制造硝酸和硅酮氧化膜及羰基亚硝酰。也可用作人造丝的漂白剂及丙烯和二甲醚的安定剂。

【制法】

（1）催化氧化法　氨与空气在催化剂存在条件下，燃烧生成一氧化氮气体，经精制、压缩等工序后，制得一氧化氮产品。

（2）热解法　加热分解亚硝酸或亚硝酸盐，获得的气体经精制、压缩等工序，即制得一氧化氮产品。

（3）酸解法　亚硝酸钠与稀硫酸反应制取粗 NO，再经碱洗、分离、精制、压缩，可制得 99.5%的纯 NO。

【安全性】 危规号：有毒气体。GB 2.3 类 23009。剧毒 GA 58.93A1055。UN No.1660；IMDG CODE 2162 页，2.3 类。副危险 6.1 类。加压能加速其分解。在空气中不燃烧，但能助燃。对环境有危害，对水体、土壤和大气可造成污染。

是一种血液毒物，转变氧合血红蛋白为变性血红蛋白而发绀，使大脑受损伤产生麻痹和痉挛。轻度中毒时，移至新鲜空气中症状可消失。由于一氧化氮在空气中很快变为二氧化氮，后者对人体也有毒害，对肺组织产生刺激和腐蚀作用，引起肺水肿。慢性作用主要表现为神经衰弱综合征及慢性呼吸道炎症。个别出现肺纤维化。此外，还可出现牙齿酸蚀症。对人体，纯粹的一氧化氮只要达到 50×10^{-6} 就可出现明显的中毒症状。主要症状有咳嗽、咽喉疼痛、疲劳、全身无力、食欲消失、恶心、头痛、发绀、便秘、肺水肿、不能深呼吸、窒息等。

与眼和皮肤接触后，立即用流水冲洗 15min 以上。吸入后，应迅速移至空气新鲜处，保持呼吸道畅通，必要时给予输氧、人工呼吸、心脏按压术及送医院急救。

工作时应穿工作服，戴防护眼镜及手套。生产设备严加密闭，提供充分的局部和全面排风。当空气中浓度超标时，必须佩戴防毒面具，必要时佩戴正压自给式呼吸器。空气中最高允许浓度为 $5mg(NO_2)/m^3$。

发生泄漏事故时迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并立即隔离 150m，严格限制出入。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防毒服，尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。

包装及贮运：使用受压钢瓶灌装，须贴“毒气”标签。应贮存于阴凉、通风的仓库中，库温不宜超过 30℃。远离火种、热源，防止阳光直射。应与氧化剂、氧气、压缩空气、易燃和可燃物等分开存放和运输。搬运时轻装轻卸，运输按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。严禁航空、铁路运输。

消防人员必须穿全身防火防毒服，在上风向灭火，切断气源。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、消防用干粉、二氧化碳。

【生产单位】 南京麦克斯南分特种气体有限公司，青岛信和源气体有限公司，苏州金宏气体股份有限公司，大连大特气体有限公司，六方气体工程（苏州）有限公司，北京氦普北分气体工业有限公司，长沙高科特种气体厂，广州盛盈气体有限公司。

Av005 二氧化氮

【英文名】 nitrogen dioxide

【结构式】 NO_2

【分子量】 46.01

【物化性质】 常温下是红棕色的有毒气体，有刺激性。熔点 −11.2℃，沸点 21.2℃，20℃时相对密度 1.45。可溶于水、二硫化碳、碱。当温度高于 150℃时开始分解，到 650℃时完全分解为一氧化氮和氧气。与水反应生成硝酸和一氧化氮；与浓硫酸反应生成亚硝基硫酸，与碱反应生成等摩尔硝酸盐和亚硝酸盐。二氧化氮在气相状态下有叠合作用，生成四氧化二氮，它总是与四氧化二氮在一起呈平衡状态存在。

【质量标准】 见四氧化二氮。

【用途】 用于制硝酸、硝化剂、氧化剂、催化剂、丙烯酸酯聚合抑制剂等。

【制法】 二氧化氮系氨氧化制取硝酸的中间产物，其制法见硝酸。

【安全性】 是有毒气体，对眼有刺激性，

对呼吸道有严重的刺激和烧灼作用，尤其是深部呼吸道，可致中毒性肺水肿。抢救不及时可引起死亡。慢性作用主要表现为神经衰弱综合征及慢性呼吸道炎症。个别病例出现肺纤维化。此外，还可出现牙齿酸蚀症。

空气中最高允许浓度 5mg/m^3。空气中浓度超标时，必须佩戴防毒面具。

当眼和皮肤接触后，立即用水冲洗。吸入后，应立即移至空气新鲜处，必要时进行人工呼吸等。食入后，给饮大量水，勿催吐，就医。定期进行眼、皮肤、心脏、胸部 X 光及肺功能检查。

工作时穿工作服，戴防护手套，生产设备严加密闭，提供充分的局部和全面排风。

包装及运输：参见四氧化二氮。贮存于阴凉、通风的库房，远离火种、热源，库温不宜超过 15℃。应与易（可）燃物、还原剂、食用化学品分开存放，切忌混贮。贮区应备有泄漏应急处理设备。

灭火方法：本品不燃。消防人员必须佩戴过滤式防毒面具（全面罩）或隔离式呼吸器，穿全身防火防毒服，在上风向灭火。切断气源，喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：干粉、二氧化碳，禁止用水、卤代烃灭火剂灭火。

【生产单位】 南京麦克斯南分特种气体有限公司，青岛信和源气体有限公司，苏州金宏气体股份有限公司，六方气体工程（苏州）有限公司，湖南凯美特气体股份有限公司，大连大特气体有限公司，北京氦普北分气体工业有限公司，长沙高科特种气体厂，天津市赛美特特种气体有限公司。

Av006 一氧化二氮

【别名】 笑气

【英文名】 nitrous oxide; nitrogen monoxide; dinitrogen oxide; laughing gas

【结构式】 N_2O

【分子量】 44.01

【物化性质】 无色有甜味的气体，液化时成为无色液体，固体是无色立方的结晶物质。熔点−90.8℃，沸点−88.5℃，气体密度 1.977kg/m^3。溶于乙醇、醚和浓硫酸，微溶于水。其物理性质与二氧化碳极为相似，能助燃。在高温时，是强氧化剂，加热其与氢、氨、一氧化碳或某些易燃物质的混合物可发生爆炸。不能与水、酸和碱反应，也不被氧气氧化。加热到 500℃时明显分解，至 900℃时完全分解为氮和氧。当氧化亚氮吸入体内时，有麻醉作用。由于少量吸入时可引起面部肌肉轻微痉挛，出现笑的表情，因此有笑气之称。

【质量标准】 国家标准《电子工业用气体 氧化亚氮》GB/T 14600—2009

项目		指标	
氧化亚氮(N_2O)纯度(体积分数)/$\times 10^{-2}$	≥	99.9994	99.997
二氧化碳(CO_2)含量(体积分数)/$\times 10^{-6}$	<	0.5	2
一氧化碳(CO)含量(体积分数)/$\times 10^{-6}$	<	0.1	1
烃 C_1～C_5(以甲烷计)含量(体积分数)/$\times 10^{-6}$	<	0.1	1
氮(N_2)含量(体积分数)/$\times 10^{-6}$	<	3	10
氧(O_2)含量(体积分数)/$\times 10^{-6}$	<	0.5	2
水(H_2O)含量(体积分数)/$\times 10^{-6}$	<	1.0	3
氨(NH_3)含量(体积分数)/$\times 10^{-5}$	<	供需双方商定	5
一氧化氮(NO)含量(体积分数)/$\times 10^{-6}$	<	供需双方商定	1
二氧化氮(NO_2)含量(体积分数)/$\times 10^{-6}$	<	供需双方商定	1
杂质总含量(体积分数)/$\times 10^{-6}$	≤	5.5	26

注:质量保证期为 36 个月。

【用途】 单独或与氧气混合用作牙科、外科和妇产科的麻醉剂。也可用作防腐剂、制冷剂、助燃剂、烟雾喷射剂。食品工业作为发泡剂和食品的密封剂。电子工业用于二氧化硅的化学气相沉积等离子工艺。军火工业用作推进剂。还可用于气密性检查、原子吸收光谱的载体等。

【制法】

(1) 热解法　加热硝酸铵或加热无水硝酸钠与硫酸铵的混合物，生成的气体经精制、压缩、冷却、干燥、液化等工序，制得一氧化二氮成品。

(2) 催化氧化法　氨与空气在催化剂存在条件下发生催化氧化反应，生成的气体经精制得到粗一氧化二氮气体。该气体经压缩、高压水洗，再经压缩、干燥、液化工序，制得液体一氧化二氮产品。

【安全性】 危规号：GB 2.2 类 22017。UN No.1070；IMDG CODE 2166 页，2.2 类。对环境有危害，对水体、土壤和大气可造成污染。

吸入对身体有害，能引起快速窒息作用，过量反复接触会发生贫血，对人有胚胎毒性，引起自然流产。最高允许浓度 $5mg(NO_2)/m^3$。

作为吸入麻醉剂在医药上应用了很久，但目前已少用。吸入本品和空气的混合物，当其中氧浓度很低时可引起窒息；吸入 80%本品和氧气的混合物引起深麻醉，苏醒后一般无后遗作用。

如吸入时，迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。

工作时必须穿着规范的工作服，必要时戴防护手套。生产设备密闭，操作环境必须有良好的自然通风条件。进入高浓度区或罐内作业，必须有人监护。

如发生泄漏事故，迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿一般作业工作服，尽可能切断泄漏源，合理通风，加速扩散。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。

包装及贮运：用 125kg 或 150kg 受压钢瓶灌装。充装系数 0.52kg/L (12.5MPa)、0.62kg/L (15MPa)，助燃气体。应贮存于阴凉、通风的仓库内，仓温不宜超过 30℃。远离火种、热源，应与易燃、可燃物分开存放。运输按规定路线行驶，中途不得停驶。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。

本品不燃。消防人员须佩戴防毒面具、穿全身消防服，在上风向灭火。用雾状水保持火场中容器冷却。迅速切断气源，用水喷淋保护切断气源的人员，然后根据着火原因选择适当灭火剂灭火。

【生产单位】 大连大特气体有限公司，中昊光明化工研究设计院，长沙高科特种气体厂，青岛合利气体有限公司，六方气体工程（苏州）有限公司，南京麦克斯南分特种气体有限公司。

Av007 四氧化二氮

【英文名】 nitrogen tetroxide; dinitrogen tetroxide

【结构式】 N_2O_4

【分子量】 92.01

【物化性质】 四氧化二氮是由二氧化氮叠合而成的。其固体和液体及气体均无色。随着温度升高，二氧化氮增多，颜色加深，由褐色到赤红色。在大气压下，四氧化二氮的沸点为 21.2℃，熔点 −11.2℃。

液体四氧化二氮的密度在－10℃时为1.512kg/m³。由于四氧化二氮的分子成对称结构，故较为稳定。溶于水、二硫化碳等。但其与水只是有限的互溶。0℃时，有含量为47％和98％（质量分数）的两层液体，临界温度为67℃，此时不再分层，液体中四氧化二氮的含量为89％(质量分数)。易与水反应生成等摩尔硝酸和亚硝酸混合物。当温度升高，亚硝酸分解为硝酸和氧化氮。是强氧化剂，其与氨混合，在低温下发生爆炸。四氧化二氮与许多有机溶剂如酯、醚、酮、腈形成分子加合物。液体四氧化二氮腐蚀某些金属(碱金属、碱土金属、锌、镉和汞等)，生成金属盐，放出一氧化氮。

【质量标准】 参考标准

指标名称	四氧化二氮(N_2O_4)/%	水分(H_2O)/%
指　　标	≥99.8.	<2

【用途】 用作制造硝酸、无水金属盐和硝基配位络合物的原料。在有机化学中用作氧化剂、硝化剂和丙烯酸酯聚合的抑制剂。在航天和军事工业中，用作火箭燃料推进剂和制取炸药。

【制法】 精馏法：以直接法生产浓硝酸中的液体四氧化二氮为原料，经精馏塔精馏，冷凝器冷凝，即获得液体四氧化二氮。

【安全性】 四氧化二氮剧毒，且有腐蚀性，氮氧化物主要损害呼吸道。

包装及贮运：受压钢瓶灌装，瓶上须贴“毒气”、“氧化剂”标签。应贮存于阴凉、通风的有毒气体专用库房，库温不宜超过30℃。远离火种、热源，防止阳光直射。应与易燃、可燃物、还原剂、食用化学品分开存放和运输。运输按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留，运输设备不得进入贮存室内。贮存和运输时需轻装卸，防止钢瓶及附件破损。贮区应备有泄漏应急处理设备。

灭火剂：干粉、二氧化碳，禁止用水、卤代烃灭火剂灭火。

其他参见二氧化氮。

【生产单位】 天津市赛美特特种气体有限公司，上海特种气体技术有限公司，南京麦克斯南分特种气体有限公司，六方气体工程（苏州）有限公司。

Av008 氧气

【英文名】 oxygen

【结构式】 O_2

【分子量】 32.00

【物化性质】 无色透明、无臭、无味的气体，相对密度1.42（0℃）。冷却至－183℃时就变成蓝色透明而易于流动的液体，液态相对密度1.149。将液态氧继续冷却至－218.4℃就形成淡蓝色固态结晶，其相对密度1.426。不易溶于水，微溶于醇。临界温度－118.8℃，临界压力49.7×10^5Pa。所有燃烧及氧化的化学反应，在纯氧气中都可非常迅速且急剧地进行，同时放出大量热。与氢按一定比例混合形成爆炸性混合物。

【质量标准】

1. 国家标准《工业氧》GB/T 3863—2008

工业氧的技术要求应符合表1的规定。

表1　工业氧技术要求

项　　目	指　　标	
氧(O_2)含量(体积分数)/$\times10^{-2}$ ≥	99.5	99.2
水(H_2O)	无游离水	

2. 国家标准《医用及航空呼吸用氧》GB 8982—2009

医用氧及航空呼吸用氧总的污染物应对使用者不产生毒性。

医用氧的技术要求应符合表2的规定。

航空呼吸用氧的技术要求应符合表3的规定。

表2 医用氧的技术要求

项 目		指标
氧(O_2)含量/$\times 10^{-2}$ ≥		99.5
水分(H_2O)含量(露点法，对应−43℃)/(μL/L) ≤		90.29
二氧化碳(CO_2)含量/$\times 10^{-6}$ ≤		100
一氧化碳(CO)含量/$\times 10^{-6}$ ≤		5
气态酸性物质和碱性物质含量		合格
臭氧及其他气态氧化物		合格
气味		无异味
总烃含量(体积分数)/$\times 10^{-6}$ ≤		60
固体物质	粒度/μm ≤	100
	含量/(mg/m^3) ≤	1

注：液态医用氧对气味、水分含量不作规定。

表3 航空呼吸用的氧技术要求

项 目		指标
氧(O_2)含量/$\times 10^{-2}$ ≥		99.5
水分(H_2O)含量(露点法，对应−65℃)/(μL/L) ≤		5.369
二氧化碳(CO_2)含量/$\times 10^{-6}$ ≤		100
一氧化碳(CO)含量/$\times 10^{-6}$ ≤		5
气味		无异味
总烃含量(体积分数)/$\times 10^{-6}$ ≤		60
固体物质	粒度/μm ≤	100
	含量/(mg/m^3) ≤	1

注：液态航空呼吸用氧对气味、水分含量不作规定。

3. 国家标准《纯氧、高纯氧和超纯氧》GB/T 14599—2008

纯氧、高纯氧、超纯氧应符合表4的技术要求。

表4 纯氧、高纯氧、超纯氧的技术要求

项 目	指标		
	纯氧	高纯氧	超纯氧
氧(O_2)纯度(体积分数)/$\times 10^{-2}$ ≥	99.995	99.999	99.9999
氢(H_2)含量(体积分数)/$\times 10^{-6}$ ≤	1	0.5	0.1
氩(Ar)含量(体积分数)/$\times 10^{-6}$ ≤	10	2	0.2
氮(N_2)含量(体积分数)/$\times 10^{-6}$ ≤	20	5	0.1
二氧化碳(CO_2)含量(体积分数)/$\times 10^{-6}$ ≤	1	0.5	0.1
总烃含量(体积分数)(以甲烷计)/$\times 10^{-6}$ ≤	2	0.5	0.1
水分(H_2O)含量(体积分数)/$\times 10^{-6}$ ≤	3	2	0.5

【用途】 用于金属焊接和切割。与乙炔混合可获得极高的火焰温度使金属熔融，广泛用于熔炼和顶吹氧炼钢。与水蒸气混合可用以代替空气吹入煤气气化炉内，得到较高热值的煤气。医疗上用于氧化疗法，以治疗肺炎、煤气中毒症等。化学工业用于强化硝酸和硫酸的生产。液态氧可用作液氧炸药和火箭推进剂燃剂。

【制法】

(1) 空分法　首先清除灰尘和机械杂质后的空气，在压缩机中压缩。清除压缩空气中的二氧化碳。干燥压缩空气，经液化、精馏，分离成氧和氮，氧气贮藏在氧气柜，液氧送入贮槽，压缩的氧气充填氧气瓶中。

(2) 水电解法　在电解槽中通直流电，水即分解为氧及氢。此法可制得纯氢气，并副产得到氧气。

【安全性】 属助燃气体，危规编号：GB 2.2 类 22001。UN No.1072；IMDG CODE 2169 页，2.2 类。副危险 5.1 类（压缩的）。GB 2.2 类 22002。UN No.1073；IMDG CODE 2169 页，2.2 类。副危险 5.1 类（液化的）。

毒性主要表现为对呼吸道，特别是对

肺脏的损伤，严重时会出现水肿。最大容许浓度：氧的阈浓度（如进行氧气疗法）为25%～40%。在潜水工作中使用压缩氧气时应严格遵守特定的规定。压力的大小和停留时间的长短都要有所限制。缺氧引起窒死，而供氧过剩则引起中毒。

包装及贮运：用6m^3专用耐压钢瓶包装。贮存于阴凉、通风处。仓温不宜超过30℃，远离火种和热源，防阳光直射。钢瓶不得沾油脂，切忌与金属粉末、氢、乙炔等共贮混运。搬运时轻装、轻卸，防止钢瓶及附件损坏。

失火时，可用水和砂土及各种灭火器扑救。

【生产单位】 南京麦克斯南分特种气体有限公司，武汉钢铁集团氧气有限责任公司，北京京高气体有限公司，中昊光明化工研究设计院，大连大特气体有限公司，六方气体工程（苏州）有限公司，湖南凯美特气体股份有限公司，北京氦普北分气体工业有限公司，青岛信和源气体有限公司，苏州金宏气体股份有限公司。

Av009 氩气

【英文名】 argon

【结构式】 Ar

【分子量】 39.948

【物化性质】 空气中含量最多的一种稀有气体。无色、无味、无臭，既不能燃烧，也不助燃。熔点－189.2℃，沸点－185.7℃，气体相对密度1.784（0℃），液态相对密度1.402（－186℃），结晶相对密度1.65（－233℃），临界温度－122.4℃，临界压力47.366×10^5 Pa。溶于水，0℃时溶解度为5.6g/cm^3水，也溶于乙醇。低温时，易为活性炭吸附。进行低压放电时显红色。

【质量标准】

1. 国家标准《氩》GB/T 4842—2006

纯氩的质量应符合的技术要求：

项　目		指　标
氩气(Ar)纯度/$\times 10^{-2}$	≥	99.99
氢(H_2)含量/$\times 10^{-6}$	≤	5
氧(O_2)含量/$\times 10^{-6}$	≤	10
氮(N_2)含量/$\times 10^{-6}$	≤	50
甲烷(CH_4)含量/$\times 10^{-6}$	≤	5
一氧化碳(CO)含量/$\times 10^{-6}$	≤	5
二氧化碳(CO_2)含量/$\times 10^{-6}$	≤	10
水分(H_2O)含量/$\times 10^{-6}$	≤	15

高纯氩的质量应符合的技术要求：

项　目		指　标
氩气(Ar)纯度/$\times 10^{-2}$	≥	99.999
氢(H_2)含量/$\times 10^{-6}$	≤	0.5
氧(O_2)含量/$\times 10^{-6}$	≤	1.5
氮(N_2)含量/$\times 10^{-6}$	≤	4
甲烷(CH_4)含量＋一氧化碳(CO)含量＋二氧化碳(CO_2)含量/$\times 10^{-6}$	≤	1
水分(H_2O)含量/$\times 10^{-6}$	≤	3

注：甲烷（CH_4）含量、一氧化碳（CO）含量、二氧化碳（CO_2）含量可单独测量。

2. 国家标准《电子工业用氩》GB/T 16945—2009

电子工业用氩的质量应符合的技术要求

项　目		指　标	
氩气(Ar)纯度/$\times 10^{-2}$	≥	99.9999	99.9992
氢(H_2)含量/$\times 10^{-6}$	<	0.1	1
氮(N_2)含量/$\times 10^{-6}$	<	0.5	5
氧(O_2)含量/$\times 10^{-6}$	<	0.2	0.5
一氧化碳(CO)和二氧化碳(CO_2)总含量/$\times 10^{-6}$	<	0.1	0.1
总烃(以甲烷计)含量/$\times 10^{-6}$	<	0.1	0.5
水分(H_2O)含量/$\times 10^{-6}$	<	0.2	0.5
杂质总含量/$\times 10^{-6}$	≤	1	8
颗粒		供需双方商定	供需双方商定

3. 化工行业标准《灯泡用氩气》HG/T 2863—2011

灯泡用氩气的质量应符合的技术要求

项　目		指　标
氩含量/$\times 10^{-6}$		84～88
氮含量/$\times 10^{-6}$		12～16
氢含量/$\times 10^{-6}$	≤	5
氧含量/$\times 10^{-6}$	≤	5
总碳(以甲烷计)含量/$\times 10^{-6}$	≤	5
水分含量/$\times 10^{-6}$	≤	10

【用途】 主要用于金属焊接和切割，如对轻金属、不锈钢或特殊合金钢的焊接和切割应用最多的是以氩作雾气氛的氩弧焊。用于半导体精炼，工业上常用5%氢和95%氩混合气作为硅半导体精炼时的保护气氛。用于金属冶炼，在冶炼钛、锆等金属时，需在氩等惰性保护气氛中进行还原反应，还用作冶炼特种钢时的脱气剂。在等离子体中的应用，由氩、氢的混合气作为等离子体可用于磁流体发电中，及电光源中的应用。

【制法】

(1) 空分法　将由空气制氧时抽出的含氩馏分，经氩塔制成粗氩，再加氢除去粗氩中的氧，精馏脱氮后制得99.99%～99.999%的高纯氩。

(2) 从合成氨尾气中提取氩　可分为合成后排放尾气的低温分离和合成气进入合成塔前的液氮洗涤低温分离两大类。低温分离工艺原料气经净化、部分冷凝或精馏分离氢氮气、甲烷的分离及氩、氮混合物的分离，即可制得99.999%的氩。

【安全性】 属不燃气体。危规编号：GB 2.2类 22011。UN No.1006；IMDG CODE 2105页、2114页，2.2类（压缩的）。GB 2.2类 22012。UN No.1951；IMDG CODE 2105页、2114页，2.2类（液化的）。

若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。

常气压下无毒。高浓度时，使氧分压降低而有发生窒息的危险。氩浓度达50%以上，引起严重症状；75%以上时，可在数分钟内死亡。当空气中氩浓度增高时，先出现呼吸加速，注意力不集中，共济失调，继之，疲倦乏力、烦躁不安、恶心、呕吐、昏迷、抽搐，以至死亡。液态氩属低温液体，操作不当可致皮肤冻伤；眼部接触可引起炎症。

紧急情况下，皮肤若有冻伤，就医治疗。眼睛接触，提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗，就医。吸入时迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。

操作应当在密闭环境下进行，同时提供良好的自然通风条件。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。防止气体泄漏到工作场所空气中，远离易燃、可燃物。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备泄漏应急处理设备。

发生泄漏事故时，迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿一般作业工作服。尽可能切断泄漏源，合理通风，加速扩散。如有可能，即时使用。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。

包装与贮运：用6m^3钢瓶装或2L玻璃瓶包装，外用木箱或纸箱保护。贮存于阴凉、通风、干燥的库房。远离火种、热源，库温不宜超过30℃。应与易（可）燃物分开存放，切忌混贮。贮区应备有泄漏应急处理设备。装卸时要轻拿轻放，防止钢瓶及附件损坏。

气态氩的生产、使用以及贮运应符合GB 16912、《气瓶安全监察规程》、《压力容器安全监察规程》等的相关规定。

失火时，切断气源，喷水冷却容器，

可能的话将容器从火场移至空旷处。可用水和各种灭火器扑救。

【生产单位】 南京麦克斯南分特种气体有限公司，武汉钢铁集团氧气有限责任公司，六方气体工程（苏州）有限公司，湖南凯美特气体股份有限公司，北京京高气体有限公司，中昊光明化工研究设计院，大连大特气体有限公司，北京氦普北分气体工业有限公司。

Av010 氦气

【英文名】 helium

【结构式】 He

【分子量】 4.00

【物化性质】 无色、无味、无臭，常温下为气态的惰性气体。气体相对密度 0.1785（0℃），液态相对密度 0.147（−270.3℃），熔点 −272.3℃，沸点 −268.9℃，临界压力 2.26×10^5 Pa，临界温度最低，是最难液化的气体，极不活泼，不能燃烧，也不助燃。不溶于水、乙醇。进行低压放电时显深黄色。氦具有特殊的物理性质，在绝对零度时，在其蒸气压下，氦不会固化。

氦气化学性能稳定，一般不生成化合物，在低压放电管中受激发可形成 He_2^+、HeH 等离子及分子。在特定条件下和某些金属可形成化合物。

【质量标准】

1. 国家标准《工业氦》GBT 28123—2011

工业氦气的技术要求应当符合表 1 的规定。

表 1 工业氦气的技术要求

项 目	指	标
氦气纯度(体积分数)/$\times10^{-2}$ ≥	97.5	99
总杂质(氖+氢、氧+氩、氮、甲烷)含量(体积分数)/$\times10^{-2}$ ≤	2.5	1
水分露点/℃ ≤	−50	−50

2. 国家标准《纯氦、高纯氦和超纯氦》GB/T 4844—2011

纯氦、高纯氦和超纯氦的技术要求应符合表 2 的规定。

液氦不测定水分含量。

表 2 纯氦、高纯氦和超纯氦的技术要求

项 目	指标			
	纯氦		高纯氦	超纯氦
氦气(He)纯度(体积分数)/$\times10^{-2}$ ≥	99.99	99.995	99.999	99.9999
氖气(Ne)含量(体积分数)/$\times10^{-6}$ <	40	15	4	1
氢气(H_2)含量(体积分数)/$\times10^{-6}$ <	7	3	1	0.1
氧气(O_2)+氩(Ar)含量(体积分数)/$\times10^{-6}$ <	5	3	1	0.1
氮气(N_2)含量(体积分数)/$\times10^{-6}$ <	25	10	2	0.1
一氧化碳(CO)含量(体积分数)/$\times10^{-6}$ <	1	1	0.5	0.1
二氧化碳(CO_2)含量(体积分数)/$\times10^{-6}$ <	1	1	0.5	0.1
甲烷(CH_4)含量(体积分数)/$\times10^{-6}$ <	1	1	0.5	0.1
水分(H_2O)含量(体积分数)/$\times10^{-6}$ <	20	10	3	0.2
总杂质含量(体积分数)/$\times10^{-6}$ ≤	100	50	10	1

【用途】 可用于低温冷源和超导技术。也可用作高真空装置、原子核反应堆、宇宙飞船等的检漏剂及镁、锆、铝、钛等金属焊接的保护气。在火箭、宇宙飞船中用作输送液氢、液氧等液体推进剂的加压气体。还用作原子反应堆的清洗剂、气体色谱分析的载气、气球充气、电弧焊用保护气、潜水用混合气和气体温度计的填充气。

【制法】

（1）冷凝法 天然气提氦在工业上采用冷凝法，该法工艺包括天然气的预处理

净化、粗氦制取及氦的精制等工序，制得99.99%的纯氦气。

(2) 空分法　一般采用分凝法，从空气装置中提取粗氦、氖混合气，由粗氦、氖混合气制纯氦、氖混合气，经分离及纯化，制得 99.99%的纯氦气。

(3) 氢液化法　工业上采用氢液化法从合成氨尾气中提氦。该法工艺是低温吸附清除氮、精馏得到粗氦，加氧催化除氢及氦的纯化，制得 99.99%的纯氦气。

(4) 高纯氦制法　将 99.99%的纯氦进一步用活性炭吸附纯化制得 99.9999%的高纯氦气。

【安全性】 本品属不燃气体，危规编号：GB 2.2 类 22007。UN No.1046；IMDG CODE 2144 页，2.2 类（压缩的）。GB 2.2 类 22008。UN No.1963；IMDG CODE 2144 页，2.2 类（液化的）。

若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。

氦气为惰性气体，高浓度时可使氧分压降低而有窒息危险。当空气中氦浓度增高时，患者先出现呼吸加快、注意力不集中、共济失调；若人员处于含氧量在19.5%以下的空气中，继之出现疲倦无力、烦躁不安、恶心、呕吐、昏迷、抽搐，以致死亡。若人员处于含有 8%～10%或更少的含氧量的空气中，将会很快无任何先兆地失去知觉，失去自我救护的能力。液体氦与皮肤接触，能引起严重冻伤。

吸入后要迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。

密闭环境下进行操作，有良好的自然通风条件。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，防止气体泄漏到工作场所空气中。当作业场所空气中氧气浓度低于 18%时，必须佩戴空气呼吸器、氧气呼吸器或长管面具，穿一般作业工作服，戴一般作业防护手套，避免高浓度吸入。进入罐、限制性空间或其他高浓度区作业，须有人监护。远离易燃、可燃物。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损，配备泄漏应急处理设备。

如发生泄漏事故，应迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿一般作业工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。如有可能，即时使用。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。

包装及贮运：用 6m^3 钢瓶或 2L 玻璃瓶包装，玻璃瓶外加木箱或纸箱保护。

在阴凉、通风良好、安全且不受天气影响的地方直立存贮，远离火种、热源。存贮温度不可高于 30℃，存贮区域内不应有可燃性材料并远离频繁出入处和紧急出口，没有盐或其他腐蚀性材料存在。还未使用的气瓶应保证阀盖和输出阀的密封完好，将空瓶与满瓶分开存放。避免过量存贮和存贮时间过长。使用先进先出系统，保持良好的存贮记录。贮区应备有泄漏应急处理设备。装卸时轻拿轻放，防止包装破损。液氦属低温液体，有造成人体冻伤的危险，操作液氦时应穿戴隔冷手套和防护服。

氦气的生产、使用以及贮运应符合 GB 16912、《气瓶安全监察规程》、《压力容器安全监察规程》等的相关规定。

本品不燃。发生火情时，尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。

【生产单位】 南京麦克斯南分特种气体有限公司，大连大特气体有限公司，六方气体工程（苏州）有限公司，湖南凯美特气体股份有限公司，上海利旦工业气体有限公司，天津市赛美特特种气体有限公司，苏州金宏气体股份有限公司，广州市粤佳气体集团公司，杭州同大气业有限公司。

Av011 氪气

【英文名】 krypton

【结构式】 Kr

【分子量】 83.80

【物化性质】 无色气体，不能燃烧，也不助燃。能吸收 X 射线，气体相对密度 3.736（－152.9℃），液态相对密度 2.155，熔点－156.6℃，沸点（－152.3±1.0)℃，临界温度－63.81℃，临界压力 55×10^5 Pa。具有密度高、热导率低、透射率大等性质。

氪在所有正常条件下都是化学惰性的。它不和其他元素或化合物化合。然而，当氪和氟的混合物在 84K 时受到放电的作用，或者在 123K 时用电子束照射，均可生成 KrF_2。KrF_2 非常不稳定，在 0℃即迅速分解。已经制备出了 KrF_4，它是一种不稳定的无色固体，是由元素在低温下受到放电作用而产生的。

【质量标准】 国家标准《氪气》GB/T 5829—2006

项 目		高纯氪	纯氪	
			一等品	合格品
氪气纯度(Kr)(体积分数)/$\times10^{-2}$	≥	99.999	99.995	99.99
氮气含量(N_2)(体积分数)/$\times10^{-6}$	≤	2	8	20
氧气(O_2)十氩气(Ar)含量(体积分数)/$\times10^{-6}$	≤	1.5	5	5
氢气含量(H_2)(体积分数)/$\times10^{-6}$	≤	0.5	1	2
一氧化碳含量(CO)(体积分数)/$\times10^{-6}$	≤	0.3	0.4	1
二氧化碳含量(CO_2)(体积分数)/$\times10^{-6}$	≤	0.4	0.8	1
甲烷含量(CH_4)(体积分数)/$\times10^{-6}$	≤	0.3	0.8	1
水分含量(H_2O)(体积分数)/$\times10^{-6}$	≤	2	3	5
氙气含量(Xe)(体积分数)/$\times10^{-6}$	≤	2	20	50
氟化物含量(CF_4)(体积分数)/$\times10^{-6}$	≤	1	10	15

【用途】 用于气体激光器和等离子流中。用纯氪气充的灯泡与同功率的充氩灯泡相比具有发光率高、体积小、寿命长、省电等优点。大量用于制造矿灯，由于它的透射率特别高，可以用于制造夜战时越野战车的照射灯和飞机跑道指示灯。

氪气是稀有气体，无色、无味、无毒、惰性，氪气集中存在于大气中，在大气中占有 1.1×10^{-6}。广泛应用于电子工业（计数管)、电光源工业（卤素灯、米灯、高效荧光灯、激光用光源、紫外线源)、标准气、特种混合气等。氪气具有比氩气更大的分子量和低的热导率，使氪气成为优良的填充气。用氪气充填的灯有白炽灯、荧光灯、闪光弧光灯、碘灯等。氪气灯与同功率的氩气灯泡相比具有发光率高、体积小、寿命长（2～3 倍)、省电（20%～25%）等优点。在飞机机场跑道上，通常是用氪气填充的闪光弧光灯作照明，可用于夜战中越野战车上的灯光，因为它穿透雾的能力很强。氪气能吸收 X 射线，可用作 X 射线工作时的遮光材料，医疗卫生方面用来测量脑血流量。其同位素可用作显迹剂。放射性氪可用于密闭容器的检漏和材料厚度的连续测定，可以用于制成不需要电能的原子灯。此外，^{86}Kr 用于长度的国际基准标定，^{85}Kr 用于材料的“氪化”处理。

【制法】

(1) 空分法 从空分装置中提取氪、氙混合气。经提取贫氪、清除碳氢化合物和二氧化碳、分离，制得 99.99% 的

纯氪。

(2) 从合成氨尾气中提取氪　合成氨尾气提氩工艺流程副产氪和氙混合气，再经精馏、洗涤、除氧、吸附、解吸，可制得 99%氪气。

【安全性】 属不燃气体，危规编号：GB 2.2 类 22013。UN No.1970；IMDG CODE 2153 页，2.2 类（压缩的）。GB 2.2 类 22014。UN No.1970；IMDG CODE 2153 页，2.2 类（液化的）。

若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险，钢瓶不得暴露在超过 52℃ 的高温中。

氪本身无毒，但是在高浓度时，当氪气含量增加导致氧气含量低于 19.5%时有可能引起窒息。人吸入 50%Kr-20%O_2 的混合气体，可陷入完全昏迷状态。窒息症状见氩气。

紧急情况下，皮肤接触，若有冻伤，就医治疗。眼睛接触，提起眼睑，用温水冲洗至少 15min，若仍不舒服，就医。吸入时迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。

操作必须在通风良好区域进行，不可滚动钢瓶，应使用推车。不可加热钢瓶，以防钢瓶中的气体回流。操作员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，在通风不良环境中佩戴合格并合适的空气呼吸器、氧气呼吸器或长管面具。使用、操作、处理钢瓶时穿戴钢包头安全鞋，戴安全防护眼镜和防护手套，穿一般作业工作服，避免高浓度吸入。

如发生泄漏事故，要迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿一般作业工作服。尽可能切断泄漏源，合理通风，加速扩散。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。再次进入前，特别是密闭空间，检测氧的浓度。

用 2L、4L、8L、10L、40L 高压钢瓶包装，外用木箱或纸箱保护。

瓶装氪气为高压充装气体，使用时经减压降压后方可使用。包装的气瓶上均有使用的年限，凡到期的气瓶必须送往有关部门进行安全检验，方能继续使用。每瓶气体在使用到尾气时，应保留瓶内余压在 0.5MPa，最小不得低于 0.25MPa 余压，应将瓶阀关闭，以保证气体质量和使用安全。

包装及贮运：贮存于阴凉、通风的仓间内。仓内温度不宜超过 30℃，远离火种、热源，防止阳光直射。存放时，钢瓶应处于直立状态，用链条固定，装好阀门保护罩。空、满瓶分开贮存。验收时要注意品名，注意验瓶日期，先进仓的先发用。

瓶装氪气在运输贮存、使用时都应分类堆放，严禁可燃气体与助燃气体堆放在一起，不准靠近明火和热源，应做到勿近火、勿沾油蜡、勿曝晒、勿重抛、勿撞击，严禁在气瓶身上进行引弧或电弧，严禁野蛮装卸。运输时需要注意，夏季应早晚运输，防止日光曝晒，通风，严格按规定运输。

发生火情时，首先要切断气源，喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。同时由于是高压气体，容易发生人员缺氧而窒息，要疏散危险区域人员。同时应从远处向钢瓶喷水降温，在洒水的同时经确认无危险，把钢瓶移到安全处。营救人员须穿戴自给式呼吸器。

【生产单位】 武汉钢铁集团氧气有限责任公司，上海磊诺工业气体有限公司，南京麦克斯南分特种气体有限公司，大连大特气体有限公司，六方气体工程（苏州）有限公司，北京氦普北分气体工业有限公司，广州市粤佳气体集团公司，天津市赛美特特种气体有限公司，上海利旦工业气体有限公司，湖南凯美特气体股份有限公司。

Av012 氖气

【英文名】 neon

【结构式】 Ne

【分子量】 20.18

【物化性质】 无色、无味、无臭，常温下为气态的惰性气体。气体相对密度0.9002（0℃），液态相对密度1.204（−245.9℃），熔点−248.67℃，沸点−245.9℃，临界温度−228.66℃，临界压力 26.9×10^5 Pa，饱和蒸气压101.32kPa（−64℃），微溶于水。进行低压放电时，在红色部分显示出非常明显的发射谱线。十分不活泼，不燃烧，也不助燃。液氖具有沸点低、蒸发潜热较高、使用安全等优点。

【质量标准】

1. 国家标准《纯氖》GB/T 17873—2014

氖气技术要求应符合表1的规定。

表1 氖气的技术指标

项目		指标		
		优等品	一等品	合格品
氖纯度(体积分数)/$\times10^{-2}$	≥	99.995	99.99	99.95
氢含量(体积分数)/$\times10^{-6}$	≤	2	3	10
氦含量(体积分数)/$\times10^{-6}$	≤	40	80	450
氧和氩(以氧计)含量(体积分数)/$\times10^{-6}$	≤	2	2	5
氮含量(体积分数)/$\times10^{-6}$	≤	5	10	20
总碳(以甲烷计)含量(体积分数)/$\times10^{-6}$	≤	1	2	5
水分含量(体积分数)/$\times10^{-6}$	≤	2	3	10

2. 国家标准《稳定性同位素 氖气》HG/T 3789—2005

产品的丰度和纯度应符合表2的技术要求。

表2 稳定性同位素氖气技术要求

项目		^{20}Ne		^{22}Ne		Ne同位素混合气	
		优等品	合格品	优等品	合格品	优等品	合格品
纯度(体积分数)/%	≥	99.90	99.0	99.90	99.0	99.90	99.0
丰度(^{20}Ne)/%		≥99.90		—		51.70① ±0.25	
丰度(^{22}Ne)/%		—		≥99.90		47.50① ±0.25	

① 此数据可依据客户的需求确定。

【用途】 主要用于霓虹灯及作为电子工业的填充介质（例如高压氖灯、计数管等），也用于激光技术。液氖因具有沸点低等优点，可作为26～40K之间的低温冷源。另外在高能物理方面得到应用。例如使用液氖的气泡室等。还可以氖氧混合气代替氦氧气用于呼吸。

【制法】 空分法：用分凝法从空分装置中提取粗氦、氖混合气。由粗氦、氖混合气经除氢、除氮后获得纯度99.95%以上的纯氖氦混合气，经分离、纯化可制得99.99%的高纯氖。

【安全性】 属不燃气体，危规编号：GB 2.2类 22009。UN No.1065；IMDG CODE 2161页，2.2类（压缩的）。GB 2.2类 22010。UN No.1913；IMDG CODE 2161页，2.2类（液化的）。

若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。

本品在高浓度时，可使空气中氧分压降低而有窒息危险。表现有呼吸加快、注意力不集中、共济失调；继之出现疲倦乏力、烦躁不安、恶心、呕吐、昏迷、抽搐，以致死亡。

发生吸入的紧急情况，要迅速脱离现

场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。

操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，必要时佩戴自给式呼吸器。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。操作要在密闭情况下进行，并提供良好的自然通风条件。当作业场所空气中氧气浓度低于18%时，必须佩戴空气呼吸器、氧气呼吸器或长管面具，避免高浓度吸入。进入罐、限制性空间或其他高浓度区作业，须有人监护。

如发生泄漏事故，迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿一般作业工作服。尽可能切断泄漏源，合理通风，加速扩散。如有可能，即时使用。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。

进行生产时一般不需特殊防护。但当作业场所空气中氧气浓度低于18%时，必须佩戴空气呼吸器、氧气呼吸器或长管面具。

眼睛防护：一般不需特殊防护。

包装及贮运：用6m^3钢瓶或2L玻璃瓶包装，外用木箱或纸箱保护。

不燃性压缩气体，要贮存于阴凉、通风的仓间内，仓内温度不宜超过30℃。远离火种、热源，防止阳光直射。应与易燃或可燃物分开存放。验收时要注意品名，注意验瓶日期，先进仓的先发用。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。

瓶装氖气在运输贮存、使用时都应分类堆放，严禁可燃气体与助燃气体堆放在一起，不准靠近明火和热源，应做到勿近火、勿沾油蜡、勿曝晒、勿重抛、勿撞击，严禁在气瓶身上进行引弧或电弧，严禁野蛮装卸。运输时需要注意，夏季应早晚运输，防止日光曝晒，通风，严格按规定运输。

灭火方法：本品不燃。切断气源，喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。

【生产单位】 上海磊诺工业气体有限公司，武汉钢铁集团氧气有限责任公司，北京首钢氧气厂，佛山市华特气体有限公司，大连大特气体有限公司，湖南凯美特气体股份有限公司，六方气体工程（苏州）有限公司，北京氦普北分气体工业有限公司，苏州金宏气体股份有限公司，上海利旦工业气体有限公司，天津市赛美特特种气体有限公司。

Av013 氙气

【英文名】 xenon

【结构式】 Xe

【分子量】 131.29

【物化性质】 无色气体，不能燃烧，也不助燃。能吸收X射线，熔点−111.8℃，沸点（101.325kPa）−108.1℃，气体相对密度5.887±0.009，液态相对密度3.52（−100℃），固体相对密度2.7（−140℃），比体积（21.1℃，101.325kPa）0.180m^3/kg，气液容积比（15℃，100kPa）550L/L，临界温度16.6℃，临界压力58.2×10^5Pa，临界密度1.155。是相对原子质量最大、密度最大的天然稀有气体。在稀有气体中，目前已制得的化合物以氙最多，如六氟铂酸氙（$XePtF_6$）、六氟磷酸氙（$XePF_6$）、六氟铑酸氙（$XeRhF_6$）、二氟化氙（XeF_2）、氧化氙等。有极高的发光强度。

【质量标准】 国家标准《氙气》GB/T 5828—2006

项目		高纯氙		纯氙	
		一等品	合格品	一等品	合格品
氙气(Xe)纯度/×10^{-2}	≥	99.9995	99.999	99.995	99.99
氮气(N_2)含量/×10^{-6}	≤	1.5	2.5	8	20

续表

项目	高纯氙		纯氙	
	一等品	合格品	一等品	合格品
氧气(O_2)+氩气(Ar)含量(O_2+Ar)/$\times 10^{-6}$ ≤	0.5	1.5	4	5
氢气(H_2)含量/$\times 10^{-6}$ ≤	0.5	0.5	1	2
一氧化碳(CO)含量/$\times 10^{-6}$ ≤	0.1	0.2	0.4	1
二氧化碳(CO_2)含量/$\times 10^{-6}$ ≤	0.1	0.3	0.8	1
甲烷(CH_4)含量/$\times 10^{-6}$ ≤	0.1	0.3	0.8	1
水分(H_2O)含量/$\times 10^{-6}$ ≤	1	2	3	3
氪气(Kr)含量/$\times 10^{-6}$ ≤	1	2	20	50
氧化亚氮(N_2O)含量/$\times 10^{-6}$ ≤	0.1	0.2	1	1
氟化物(C_2F_6)含量/$\times 10^{-6}$ ≤	0.1	0.5	10	15

【用途】 广泛用于电子、电光源工业。用氙气充填的灯泡与相同功率的充氩灯泡相比，具有发光率高、体积小、寿命长、省电等优点。由于它的透雾能力特别强，常用作闪光灯、有雾导航灯，广泛用于机场、车站、码头。氙灯凹面聚光后可生成2500℃高温，可用于激光器、焊接或切割难熔金属如钛、钼等。在医学方面，氙是一种没有副作用的深度麻醉剂、X光摄影的造影剂。同时还用于标准气、特种混合气等。

【制法】

(1) 空分法　从空分装置中提取氪、氙混合气，经精馏提取贫氪、清除碳氢化合物、二氧化碳、分离、精制，制得99.99%的纯氙。

(2) 由合成氨尾气中提取氙　在尾气提氩工艺流程中，甲烷塔的液甲烷中含有的氪、氙，再经精馏、洗涤、除氧、吸附、解吸后可制得95%氙。

【安全性】 属不燃气体，危规编号：GB 2.2类 22015。UN No.2036。IMDG CODE 2188页，2.2类（压缩的）。GB 2.2类 22016。UN No.2591。IMDG CODE 2188页，2.2类（液化的）。

若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。

氙本身无毒，人吸入后以原形排出，但在高浓度时对人的危害与氩相似，有窒息作用。氙有麻醉性，它和氧的混合物(20%Xe，80%O_2，体积分数）是对人体的一种麻醉剂。人吸入混有70%氙气的氧，引起轻度麻醉，约经3min即意识丧失。

如发生吸入情况，要迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。

操作环境应该密闭，并提供良好的自然通风条件。正常情况下不需要特殊防护，但当作业场所空气中氧气浓度低于18%时，必须佩戴空气呼吸器、氧气呼吸器或长管面具，避免高浓度吸入。进入罐、限制性空间或其他高浓度区作业，须有人监护。

如发生泄漏事故时，要迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿一般作业工作服。尽可能切断泄漏源，合理通风，加速扩散。如有可能，即时使用。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。

氙为非腐蚀性气体，可使用所有的通用材料。氙可用玻璃瓶或气体钢瓶包装，外加木箱或纸箱保护。贮存于阴凉、干燥、通风处，仓内温度不宜超过30℃。远离火种、热源，防止阳光直射。应与易燃或可燃物分开存放。验收时要注意品名，注意验瓶日期，先进仓

的先发用。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。

采用刚瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。严禁与易燃物或可燃物等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。铁路运输时要禁止溜放。

失火时，切断气源。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。可用水和各种灭火器扑救。

【生产单位】 大连大特气体有限公司，北京氦普北分气体工业有限公司，上海利旦工业气体有限公司，天津市赛美特特种气体有限公司，上海磊诺工业气体有限公司，武汉钢铁集团氧气有限责任公司，北京首钢氧气厂，佛山市华特气体有限公司，湖南凯美特气体股份有限公司，六方气体工程（苏州）有限公司，苏州金宏气体股份有限公司，上海利旦工业气体有限公司，天津市赛美特特种气体有限公司。

Av014 氩氖混合气

【英文名】 argon neon mixture

【结构式】 Ar＋Ne

【物化性质】 无色、无臭、无毒的氩氖混合气体。

【质量标准】 参考标准

指标名称	氩/%	氖/%	氮/%	氢/%	氧/%
指标	60～67	33～40	≤0.03	≤0.2	≤0.003

注：表中含量系指体积比值。

【用途】 氩氖混合气体应用于193nm光刻工艺中，通常与卤素混合气体结合使用，还用于充填电子管。

【制法】 由纯氖与纯氩气经压力配气混合制得。

【安全性】 属不燃气体。GB 2.2类22026。UN No.1979；IMDG CODE 2174页，2.2类。

按客户产品要求配置的10%～50%氩气＋氖气的混合气体是无毒、不燃烧、窒息性气体，注意通风。瓶装气体产品为高压充装气体，使用时经减压降压后方可使用。包装的气瓶上均有使用的年限，凡到期的气瓶必须送往有关部门进行安全检验，方能继续使用。每瓶气体在使用到尾气时，应保留瓶内余压在0.5MPa，最小不得低于0.25MPa余压，应将瓶阀关闭，以保证气体质量和使用安全。瓶装气体产品在运输贮存、使用时都应分类堆放，严禁可燃气体与助燃气体堆放在一起，不准靠近明火和热源，应做到勿近火、勿沾油蜡、勿曝晒、勿重抛、勿撞击，严禁在气瓶身上进行引弧或电弧，严禁野蛮装卸。

包装及贮运：用6m^3耐压钢瓶或1.2L安瓿瓶包装（以容量不超过2L的安瓿瓶装的氩氖混合气可按普通货物运输）。

贮存于阴凉、通风的库房中，装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

失火时，可用水和各种灭火器扑救。

【生产单位】 南京麦克斯南分特种气体有限公司，唐山唐钢气体有限公司，北京华科微能特种气体有限公司，上海比欧西气体工业有限公司，长沙高科特种气体厂，上海磊诺工业气体有限公司，武汉钢铁集团氧气有限责任公司，北京首钢氧气厂，佛山市华特气体有限公司，大连大特气体有限公司，湖南凯美特气体股份有限公司，六方气体工程（苏州）有限公司。

Av015 氨气

【英文名】 ammonia

【结构式】 NH_3

【分子量】 17.03

【物化性质】 无色有刺激性恶臭气味的气体，比空气轻，极易溶于水，水溶液称为氨水（$NH_3 \cdot H_2O$），水溶液显弱碱性；易液化。

相对密度0.7714g/L，熔点－77.7℃，沸点－33.35℃，自燃点651.11℃，蒸气密度0.6g/cm^3。蒸气压1013.08kPa(25.7℃)，临界温度132.5℃。蒸气与空气混合物爆炸极限为16%～25%（最易引燃浓度17%）。氨于20℃在水中溶解度为34%，25℃时，在无水乙醇中溶解度10%，在甲醇中溶解度16%，溶于氯仿、乙醚，它是许多元素和化合物的良好溶剂。与空气混合能形成爆炸性混合物。遇明火、高热能引起燃烧爆炸。与氟、氯等接触会发生剧烈的化学反应。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。与硫酸或其他强无机酸反应放热，混合物可达到沸腾。氨在高温时会分解成氮和氢，有催化剂存在时可被氧化成一氧化氮。不能与下列物质共存：乙醛、丙烯醛、硼、卤素、环氧乙烷、次氯酸、硝酸、汞、氯化银、硫、锑、双氧水等。

【质量标准】 国家标准《电子工业用气体 氨》GB/T 14601—2009

表1 电子级产品技术指标

项　目		电子级
氨(NH_3)纯度(体积分数)/×10^{-2}	≥	99.9995
氧(O_2)含量(体积分数)/×10^{-6}	<	1
氮(N_2)含量(体积分数)/×10^{-6}	<	1
一氧化碳(CO)含量(体积分数)/×10^{-6}	<	1
烃(C_1～C_3)含量(体积分数)/×10^{-6}	<	1
水分(H_2O)含量(体积分数)/×10^{-6}	<	3
总杂质含量(体积分数)/×10^{-6}	≤	5

表2 光电子级产品技术指标

项　目		光电子级
氨(NH_3)纯度(体积分数)/×10^{-2}	≥	99.99994
氧(O_2)(氩)含量(体积分数)/×10^{-6}	<	0.1
氢(H_2)含量(体积分数)/×10^{-6}	<	0.1
一氧化碳(CO)含量(体积分数)/×10^{-6}	<	0.05
二氧化碳(CO_2)含量(体积分数)/×10^{-6}	<	0.1
烃(C_1～C_3)含量(体积分数)/×10^{-6}	<	0.05
水分(H_2O)含量(体积分数)/×10^{-6}	<	0.2
总杂质含量(体积分数)/×10^{-6}	≤	0.6

表3 光电子级产品重金属技术指标

重金属含量(质量分数)/×10^{-6}		气相	液相
锑(Sb)	<	0.01	0.01
镉(Cd)	<	0.01	0.01
钙(Ca)	<	0.01	0.05
铬(Cr)	<	0.01	0.05
钴(Co)	<	0.01	0.01
铜(Cu)	<	0.01	0.05
镓(Ga)	<	0.001	0.01
碲(Te)	<	0.05	0.1
铅(Pb)	<	0.01	0.01
锂(Li)	<	0.001	0.001
镁(Mg)	<	0.01	0.05
锰(Mn)	<	0.01	0.05
钼(Mo)	<	0.01	0.01
镍(Ni)	<	0.01	0.1
钾(K)	<	0.001	0.001
硅(Si)	<	0.01	0.05
钠(Na)	<	0.01	0.01
锡(Sn)	<	0.01	0.1
锌(Zn)	<	0.01	0.05

【用途】 主要应用于新型光电子材料领域，是MOCVD技术制备GAN的重要基础材料。由GAN生产高灵敏度蓝光发光二极管和蓝光激光器，以及其他相关电子器件，是国内外都在抢占的产业。高纯氨还是制备三氟化氮、氮化硅的基础材料，用于硅或氧化硅的化学气相淀积氮化，是生产超高级氮的原料气。液氨广泛地应用于半导体工业、冶金工业，以及需要保护

气氛的其他工业和科学研究中。此外，氨还可用作制冷剂，工业上大量用于制造尿素、铵态氮肥以及硝酸、炸药、合成纤维。

【制法】 工业上制备氨是用氮气和氢气在高温高压和催化剂存在下直接反应合成的，氨在空气中不能燃烧，却能在纯氧中燃烧。反应式如下：

$$N_2+3H_2 \xrightarrow[773K,铁催化]{(300\sim700)\times10^5 Pa} 2NH_3$$

【安全性】 第2、3类有毒液化气体，8类腐蚀品，火灾爆炸危险性类别为乙类。

氨有很强的刺激性。人对氨的嗅阈值为0.5～1.0mg/m^3，可引起眼睛和皮肤的烧灼感。经呼吸道吸入时可以使接触者出现嗅觉缺失、咽炎、声带水肿、咳嗽、头痛、多汗、打嗝、胸痛，严重时可出现支气管痉挛及肺气肿。在居住环境中接触氨，也可造成呼吸道、眼睛的刺激。发生急性中毒的表现为：轻度者出现流泪、咽痛、声音嘶哑、咳嗽、咯痰等；眼结膜、鼻黏膜、咽部充血、水肿；胸部X线征象符合支气管炎或支气管周围炎；中度中毒上述症状加剧，出现呼吸困难、紫绀；胸部X线征象符合肺炎或间质性肺炎；严重者可发生中毒性肺水肿，或有呼吸窘迫综合征，患者剧烈咳嗽、咯大量粉红色泡沫痰、呼吸窘迫、谵妄、昏迷、休克等，可发生喉头水肿或支气管黏膜坏死脱落窒息。高浓度氨可引起反射性呼吸停止，人接触553mg/m^{3}可发生强烈的刺激症状，可耐受1.25min；3500～7000mg/m^{3}浓度下可立即死亡。

皮肤接触到本品后，要立即应用2%硼酸液或大量清水彻底冲洗，就医。

受高纯氨损伤的皮肤应立即脱去污染的衣着，用清水冲洗，然后以3%～5%的硼酸、乙酸或柠檬酸溶液湿敷，严重时应立即请医生处理。眼睛接触时立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少15min，就医。高纯氨气吸入人体，少部分为二氧化碳中和，余下的进入血液，主要与血红蛋白结合，破坏血液运氧功能。短期内吸入大量氨气后，导致血液中氨浓度过高，就会通过三叉神经末梢的反射作用而引起心脏的停搏和呼吸停止，危及生命。所以吸入时迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。

同时使用高纯氨气前，应给氨气管道进行氮气试压、氨气保压及肥皂水试漏，确保氨气管道不泄露，工作环境保持通风。需要有2人同时操作，以应对突发状况。工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作完毕，淋浴更衣，保持良好的卫生习惯。

包装及贮运：包装可用40L钢瓶，23kg/瓶，或用Y罐、T罐。氨气钢瓶瓶颈上有钢瓶检验时间，不符合要求的钢瓶应委托谱源气体等经销商到有资质的压力容器检验单位进行检验。严禁使用过去钢瓶。灌装液氨的钢瓶或槽车应符合国家劳动局颁发的《气瓶安全监察规程》、《压力容器安全监察规程》等有关规定。液氨的充装系数为0.52kg/L。

高纯氨气钢瓶应存放于库房或有棚的平台上。露天堆放时，应以帐篷遮盖，防止日光直射。主要由危险品运输车辆运输。短距离移动钢瓶时应使用钢瓶专用手推车。

装运液氨的钢瓶和槽车必须符合中华人民共和国交通部制定的《危险货物运输规则》，运输过程中应避免受热，严禁烟火。钢瓶必须有安全帽，瓶外用橡皮圈或草绳包扎，防止激烈撞击和震动。铁路运输时限使用耐压液化气企业自备罐车装运。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂、酸类、卤

素、食用化学品等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时要按规定路线行驶，禁止在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。

出现火情时，消防人员必须穿全身防火防毒服，在上风向灭火，切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。使用的灭火剂包括雾状水、抗溶性泡沫、二氧化碳、砂土。

【生产单位】 大连大特气体有限公司，中昊光明化工研究设计院，深圳市亨达工业气体有限公司，南京麦克斯南分特种气体有限公司，六方气体工程（苏州）有限公司，天津市赛美特特种气体有限公司，上海利旦工业气体有限公司，湖南凯美特气体股份有限公司，廊坊开发区华邦气体有限公司。

Aw 其他无机化工原料

无机化工原料品种繁多，除按常规所分的系列外，还有一些品种因较分散、数量较少，不宜再细分类，故将其综合起来放在一起，通称为其他无机化工原料。主要产品有含氨基化合物、钾钠盐类、石墨系列产品、几种无机颜料、胶黏剂及部分稀有金属元素化合物等。

含氨基化合物有肼、羟胺和氨基磺酸及盐类。工业上用氨（或尿素）和次氯酸钠氧化制得水合肼，再以此加入脱水剂在惰性气体或真空中蒸馏制得无水肼。肼用作高压锅炉给水的脱氧剂，正取代以往使用的亚硝酸钠，也大量用作火箭燃料。氨基磺酸是硫酸的羟基被氨基取代而形成的水氨系硫酸，由尿素和发烟硫酸制得，也可由氨和三氧化硫制备。

石墨系列产品是以天然鳞片石墨为主要原料，经化学提纯、高压粉碎和分级，有些产品需经稳定剂保护，胶体处理而得的，不仅具有天然石墨原有的物化性能，而且更能适应各种应用需要，还能开发出多种规格和性能的产品（放在单质中）。

钠钾盐类品种较多、涉及面广，在各系列中均有叙述，这里仅介绍锡酸盐、锑酸盐、铝酸盐及铁酸盐等品种，产品的性能、制法及应用均与所用原料有关，因品种较少，未划分专门系列。

另有无机颜料群青、铁蓝以及几个稀有金属元素化合物，也一并在本系列介绍。随着新品种的开发、品种的增多及生产的发展，将逐步分出新的系列。

Aw001 无水肼

【别名】 无水联氨

【英文名】 hydrazine，anhydrous

【结构式】 N_2H_4，NH_2NH_2

【分子量】 32.05

【物化性质】 油状无色液体，有刺激性臭味。相对密度（水的相对密度=1）1.01，熔点1.4℃，沸点113.5℃，黏度1.935cP（20℃）。有吸湿性，溶于水、醇、氨、胺。在碱性溶液中是非常强的还原剂。与卤素、液氧、过氧化氢以及其他强氧化剂接触时均可自燃。在空气中发烟，长期暴露在空气中或短时期受高温作用，能以爆炸形式分解。有毒。

【质量标准】

1. 国家军用标准 GJB 98—86

指标名称		指标
肼的质量分数/%	≥	98.5
残渣/%	≤	0.005
水质量分数/%	≤	1.0
氯/%	≤	0.0005
颗粒物/%	≤	1.0
二氧化碳/%	≤	0.02
铁/%	≤	0.002

2. 参考标准

指标名称	A 型		B 型	
	一级品	二级品	一级品	二级品
N_2H_4/% ≥	99	98	99.5	90
氯化物(Cl^-)/% ≤	0.0005	0.0005	—	—
硫酸盐(SO_4^{2-})/% ≤	0.0005	0.0005	—	—
铁(Fe)/% ≤	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
重金属(PbS)/% ≤	0.0005	0.0005	—	—
碱和碱土金属/% ≤	0.002	—	—	—
钠(Na)/% ≤	—	0.0002	—	—
锑(Sb)/% ≤	—	—	0.0005	0.0005
砷(As)/% ≤	—	—	0.0005	0.0005
铋(Bi)/% ≤	—	—	0.0005	0.0005
外观	无色透明油状液体,无悬浮物			

【用途】 用作火箭燃料。高压锅炉水处理时用以脱除二氧化碳和氧气以防止腐蚀。农业上用作植物生长抑制剂，也用于烟草、土豆、玉米等的贮藏。医药上用于制异烟肼。另外，还用于尼龙、环氧树脂以及食用盐酸的制造，也用作再生催化剂、除草剂和燃料电池。

【制法】

（1）脱水剂法　将烧碱和50%～54%的水合肼（质量比为10∶8）混合，逐渐通入氮气以除空气，加热至碱液温度近118℃，待烧碱完全溶解后，冷却到60℃左右，进行真空蒸馏至蒸馏液含肼量90%～94%，再经分馏、除去水分后，冷凝，制得98%～99.5%的无水肼。

（2）萃取脱水法　将水合肼溶液分馏蒸出水，直至水、肼达共沸（68%肼），将溶液二次分馏，加入苯胺以改变其沸点，将苯胺和水蒸出，从水中冷凝回收的苯胺可返回循环使用，二次分馏液再经三次分馏，制得无水肼。

【安全性】 毒性：属中等毒类。急性中毒时，可致中枢神经系统损害，能致死。轻度中毒时，可引起眼和上呼吸道黏膜刺激作用，产生支气管炎和中毒性肺水肿，肝脏代谢和解毒功能障碍，以及神经系统功能紊乱。肼蒸气可明显刺激皮肤和黏膜，液体肼可引起烧伤。吸入肼蒸气出现头痛、头晕、恶心、呕吐、腹泻、眼及上呼吸道刺激症状。吸入高浓度蒸气迅速发生中枢神经系统症状，先兴奋，如躁动不安、强直性抽搐，很快进入抑制状态。口服中毒引起频繁恶心、呕吐、腹泻，以后出现暂时性中枢性呼吸抑制、心律紊乱及中枢神经系统症状，可有肝功能异常。液体可致眼及皮肤灼伤。长期接触可引起神经衰弱综合征、肝损害、皮肤损害。

环境标准：

前苏联	车间空气中有害物质的最高容许浓度	0.1mg/m³[皮]
	饮用水中容许浓度	0.01mg/L
	嗅觉阈浓度	$(3\sim4)\times10^{-6}$

危险特性：易燃，强还原剂。其蒸气能与空气形成范围广阔的爆炸性混合物，遇明火、高热极易燃烧爆炸。受热分解放出有毒的氧化氮烟气。燃烧时发出高热，可能发生爆炸。在空气中遇尘土、石棉、木材等疏松性物质能自燃，遇过氧化氢或硝酸等氧化剂，也能自燃，与各种金属氧化物接触会自行分解燃烧。具有强腐蚀性。燃烧（分解）产物：氧化氮。

防护措施：呼吸系统防护：空气中浓度超标时，佩戴过滤式防毒面具（全

面罩）或自给式呼吸器。紧急事态抢救或撤离时，建议佩戴空气呼吸器。眼睛防护：呼吸系统防护中已作防护。身体防护：穿连衣式胶布防毒衣。手防护：戴橡胶手套。其他：工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作毕，淋浴更衣，注意个人清洁卫生。

急救措施：皮肤接触：立即脱去被污染的衣着，用大量流动清水冲洗至少15min，就医。眼睛接触：立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少15min，就医。吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。食入：误服者用水漱口，给饮牛奶或蛋清，就医。

贮运注意事项：①选用一级相容的材料，定期检查密封的情况；②装填系数不得大于0.9，并用大于97%的干燥氮气保护；③最高温度小于50℃，防阳光直射；④库房定期机械通风；⑤库内电器设备采用防爆型，严禁产生电火花和明火，发生火灾，用水扑灭，并用水冷却容器，以免爆炸；⑥保持清洁，禁放氧化剂。

用大玻璃瓶包装，外加木箱防护，或用不锈钢金属桶包装。液面上需用氮气层封闭。每瓶（桶）净重10kg、20kg、100kg等。运输过程中应有专人押运并备有水和消防器材。

灭火方法：喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：水、抗溶性泡沫、干粉、二氧化碳、砂土。遇大火，消防人员须在有防护掩蔽处操作。

【生产单位】 黎明化工研究院，北京偶合科技有限公司，洛阳万山高新技术工程有限公司，上海瀚鸿哈工科技有限公司，济南天将化工有限公司，湖北鑫润德化工有限公司，北京恒业中远化工有限公司。

Aw002 水合肼

【别名】 水合联氨；肼水溶液

【英文名】 hydrazine hydrate

【结构式】 $N_2H_4 \cdot H_2O$

【分子量】 50.06

【物化性质】 无色透明油状液体，有淡氨味，在湿空气中冒烟，具有强碱性和吸湿性。冰点 −51.7℃，熔点小于−40℃，沸点118.5℃，相对密度为1.032（21/4℃，指21℃的水合肼与4℃的水的密度比），表面张力（25℃）74.0mN/m，折射率1.4284，生成热−242.71kJ/mol，闪点（开杯法）72.8℃。水合肼液体以二聚物形式存在，与水和乙醇混溶，不溶于乙醚和氯仿；它能侵蚀玻璃、橡胶、皮革、软木等，在高温下分解成 N_2、NH_3 和 H_2；水合肼还原性极强，与卤素、HNO_3、$KMnO_4$ 等激烈反应，在空气中可吸收 CO_2，产生烟雾。有毒。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 3259—2012

项目		指标			
		100	80	55	40
水合肼质量分数($N_2H_4 \cdot H_2O$)/%	≥	99.0	80.0	55.0	40.0
不挥发物质量分数/%	≤	0.01			—
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.0005			—
重金属(以 Pb 计)质量分数/%	≤	0.0005			—
氯化物(以 Cl 计)质量分数/%	≤	0.003			0.05
硫酸盐(以 SO_4 计)质量分数/%	≤	0.0005			—
总有机物碳(TOC)/(mg/L)		协议			—

【用途】 水合肼作为一种重要的精细化工原料，主要用于合成 AC、D1PA、TSH 等发泡剂；也用作锅炉和反应釜的脱氧和脱二氧化碳的清洗处理剂；在医药工业中用于生产抗结核、抗糖尿病的药物；在农药工业中用于生产除草剂、植物生长调和剂和杀菌、杀虫、杀鼠药；此外它还可用于生产火箭燃料、重氮燃料、橡胶助剂等。近年来，水合肼的应用领域还在不断拓展。

【制法】 水合肼的制法主要有拉西法（氨法）、尿素法、酮连氮法、双氧水法、空气氧化法等。这里主要介绍一下尿素法、酮连氮法。

（1）尿素法　将次氯酸钠与氢氧化钠按一定比例混合配成溶液，边搅拌边加入尿素与少量高锰酸钾的混合液，直接通蒸汽加热到 103～104℃进行氧化反应，反应液中含肼量 20g/L，经蒸馏分馏、真空浓缩制得 40%水合肼，再经烧碱脱水、减压蒸馏，制得 80%水合肼。其反应式如下：

$$NH_2CONH_2+NaClO+2NaOH \longrightarrow N_2H_4\cdot H_2O+NaCl+Na_2CO_3$$

（2）酮连氮法　实质上是拉西法的一个变种，首先由德国 Bayer 公司在 1960 年代开发，在 1970 年代大规模工业化，并得到迅速发展。合成反应如下：

$$2NH_3+NaClO+2CH_3\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}CH_3 \longrightarrow (CH_3)_2C{=}N{-}N{=}C(CH_3)_2+NaCl+3H_2O$$

$$(CH_3)_2C{=}N{-}N{=}C(CH_3)_2+2H_2O \rightleftharpoons 2CH_3\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}CH_3+N_2H_4$$

采用丙酮、氧化剂氯或次氯酸钠与氨反应生成中间体酮连氮，在次氯酸钠：丙酮：氨的摩尔比为 1：2：20 的混合条件下，经充分反应后其收率达 98%（以氯计）。稀合成液经加压脱氨塔脱去未反应的氨，氨被水吸收后再返回酮连氮反应器；脱氨塔釜液由肼、酮连氮及盐水组成，将其送入酮连氮塔，从塔顶蒸出的是丙酮连氮与水的低沸共混物，塔釜为盐水，塔顶馏出的丙酮连氮在加压水解塔内于 1MPa 的压力下水解，生成丙酮和水合肼。生成的丙酮由塔顶馏出，返回到酮连氮反应器中，釜液为 10%～12%的井水溶液，经浓缩得到 80%水合肼。

【安全性】 毒性：属高毒类。急性毒性：LD_{50}为 129mg/kg（大鼠经口）。

危险特性：遇明火、高热可燃。具有强还原性，与氧化剂能发生强烈反应，引起燃烧或爆炸，燃烧（分解）产物为氧化氮。

健康危害：吸入本品蒸气，刺激鼻和上呼吸道。此外，尚可出现头晕、恶心和中枢神经系统兴奋。液体或蒸气对眼有刺激作用，可致眼的永久性损害。对皮肤有刺激性，长时间皮肤反复接触，可经皮肤吸收引起中毒；某些接触者可发生皮炎。口服引起头晕、恶心。侵入途径：吸入、食入、经皮吸收。

急救措施：皮肤接触，立即脱去污染的衣着，立即用流动清水彻底冲洗。眼睛接触，立即提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗至少 15min，就医。吸入，迅速脱离现场至空气新鲜处，呼吸困难时给输氧；呼吸停止时，立即进行人工呼吸，就医。食入，误服者给饮牛奶或蛋清，立即就医。

毒性防护：操作设备应严密，防止本品直接与人体接触，溅及人体或皮肤时要用硼酸冲洗并涂以硼酸软膏。车间应有良好通风，设备应密闭，操作人员应穿戴防护用具，穿工作服（由防腐材料制作），戴橡皮手套。工作后，淋浴。

环境标准：

前苏联	车间空气中有害物质的最高容许浓度	0.1mg/m^3[皮]
	饮用水中容许浓度	0.01mg/L
	嗅觉阈浓度	$(3\sim4)\times10^{-6}$

泄漏应急处理：疏散泄漏污染区人员至安全区，禁止无关人员进入污染区，建议应急处理人员戴自给式呼吸器，穿化学防护服。不要直接接触泄漏物，在确保安全情况下堵漏。喷雾状水，减少蒸发。用砂土或其他不燃性吸附剂混合吸收，然后收集运至废物处理场所处置。也可以用大量水冲洗，经稀释的洗水放入废水系统。如大量泄漏，利用围堤收容，然后收集、转移、回收或无害处理后废弃。

包装方法：用聚乙烯塑料桶或用内衬聚乙烯胆的铁桶包装，每桶净重 200kg 或由供需双方商定。也可采用不锈钢桶包装或专用槽车灌装。

贮存运输：属无机碱性腐蚀物品，危规编号：GB 8.2 类 82020。UN No.2030；IMDG CODE 8182 页，8.2 类。副危险 6.1 类。应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，不得与氧化剂、植物纤维混贮。运输过程中应远离明火、火花，不得与氧化剂、植物纤维混运。应避免阳光照射，容器必须密封。装卸时要轻拿轻放，防止包装破损。

消防措施：失火时，可用水、砂土及各种灭火器扑救。

【生产单位】 江苏索普集团有限公司，宜宾天原集团股份有限公司，湖南株洲化工集团翔宇精细化工有限公司，河北冀衡集团有限公司，重庆化医大塚化学有限公司，山东潍坊亚星化学股份有限公司，福州一化化学品有限公司。

Aw003 双氰胺

【别名】 氰基胍；二氰二胺；二聚氰胺；二聚氨基氰

【英文名】 dicyan diamide

【结构式】 $(NH_2CN)_2$

【分子量】 84.08

【物化性质】 白色结晶性粉末。相对密度 1.40，熔点 207～209℃。在 13℃无水乙醇中溶解度为 1.26%，水中为 2.26%。易溶于热水，水溶液在 80℃以上时会慢慢分解产生氨。可溶于水、醇、乙二醇和二甲基酰胺，不溶于醚和苯。不可燃，干燥时性能稳定。

【质量标准】 化工行业标准 HG/T 3264—1999

项目		指标		
		优等品	一等品	合格品
双氰胺含量/%	≥	99.5	99.0	98.5
加热减量/%	≤	0.30	0.50	0.60
灰分含量/%	≤	0.05	0.10	0.15
钙含量/%	≤	0.020	0.040	0.050
杂质沉淀试验		合格		

【用途】 作为原料主要用于生产胍胺、双缩胍、多重树脂、三聚氰胺、阻火剂等，在人造革中用作填料，在黏合剂中用作添加剂。医药工业用于制取硝酸胍、磺胺嘧啶、病毒灵等。染料工业用于制造染料助剂，橡胶工业用于制造硫化促进剂，印染工业用于制造固色剂，钢铁工业用于制造钢铁表面硬化剂，化肥工业用作增效剂。

【制法】 石灰氮法：将石灰氮与水进行水解，反应所得悬浮状的氰氨氢钙水解液经减压过滤除去氢氧化钙滤渣，将石灰石分解产生的二氧化碳通入滤液进行脱钙反应，生成氰氨液，在碱性条件下聚合，再经过滤、冷却结晶、分离、干燥，制得双氰胺。其反应式如下：

$$2CaCN_2+2H_2O \longrightarrow Ca(HCN_2)_2+Ca(OH)_2\downarrow$$

$$Ca(HCN_2)_2+CO_2+H_2O \longrightarrow 2NH_2CN+CaCO_3\downarrow$$

$$2NH_2CN \xrightarrow{\text{聚合}} (NH_2CN)_2$$

【安全性】
燃爆危险：本品可燃，具刺激性。
危险特性：遇硝酸铵、氯酸钾及其盐类能发生强烈的反应，引起爆炸。受高热分解，产生氰化物和氮氧化物剧毒烟气。
健康危害：吸入、摄入或经皮肤吸收后对身体有害，但急性中毒的危险性极小。
急救措施：皮肤接触，脱去污染的衣着，用流动清水冲洗。眼睛接触，提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗，就医。吸入，脱离现场至空气新鲜处。食入，饮足量温水，催吐，就医。
包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的塑料编织袋包装，或直接用5层牛皮纸包装，每袋净重25kg。贮存于通风、干燥的库房中。注意防潮，不可与氧化剂共贮混运。避免日光曝晒，严禁接近火种和热源，密封贮存。
消防措施：失火时，可用水、砂土和灭火器扑救。
【生产单位】 河南科尔化工原料有限公司，山西玉新双氰胺有限公司，宁夏长和化工有限公司，福建石化集团三明化工有限责任公司，宁夏兴平冶金化工股份有限公司，宁夏大荣化工冶金有限公司。

Aw004 氨基磺酸

【别名】 磺酸氨；胺磺酸；磺酰胺酸
【英文名】 aminosulfonic acid；sulfaminic acid
【结构式】 H_2NSO_3H
【分子量】 97.09
【物化性质】 无色斜方晶系结晶或白色结晶。无味无臭，不挥发，不吸湿。相对密度2.126，熔点205℃，260℃时分解。溶于水、液氨，微溶于甲醇，不溶于乙醇、乙醚有机溶剂及二硫化碳、液体亚硫酸。水溶液是高电离物。强酸，对有机物的反应性弱，其盐类易溶于水（除碱性汞盐外）。其水溶液煮沸时水解为硫酸铵。
【质量标准】 化工行业标准 HG/T 2527—2011

指标名称		指标	
		优等品	合格品
外观		无色或白色结晶	白色或白色结晶
氨基磺酸(NH_2SO_3H)的质量分数/%	≥	99.5	99.0
硫酸盐(SO_4^{2-})的质量分数/%	≤	0.05	0.20
水不溶物的质量分数/%	≤	0.02	—
铁(Fe)含量的质量分数/%	≤	0.005	0.01
干燥失重的质量分数/%	≤	0.1	
重金属(以Pb计)质量分数/%	≤	0.001	—

注：指标中的“—”表示该类别产品的技术要求中没有此项目。

【用途】 用于制造甜蜜素、金属锅炉的清洗剂，脲醛塑料固化剂，在分析化学中可作为酸碱滴定的基准试剂。也用作除草剂、防火剂，纸张和纺织品的软化剂，纤维的防缩、漂白、柔软剂，金属和陶瓷的清洁剂，还用于染料的重氮化和电镀金属的酸洗以及氨基磺酸的衍生物等工业产品。
【制法】 合成法：将尿素与发烟硫酸在40～70℃进行磺化生成氨基磺酸粗品，然后加水结晶、分离，制得氨基磺酸，其反应式如下：

$$CO(NH_2)_2+SO_3+H_2SO_4 \longrightarrow 2H_2NSO_3H+CO_2\uparrow$$

【安全性】

毒性及防护：低毒，具有腐蚀性，对皮肤和眼睛有一定的刺激作用，操作人员应穿戴好防护面具。其本身不会燃烧和爆炸，但遇火会释放出有毒气体，如 SO_2、SO_3、NH_3 等。其水溶液能灼伤眼睛，对鼻子、咽喉、皮肤都具有刺激作用，接触后应用大量水冲洗。工作环境禁止吸烟、进食和饮水，粉尘或溶液对眼及皮肤有刺激性，能造成灼伤。最高容许浓度 $10mg/m^3$。眼受刺激时需用水冲洗，重者应就医诊治。皮肤接触时也应用水冲洗，再用肥皂彻底洗涤。入口时，应立即漱口，速送医院诊治。

包装及贮运：内包装用内衬聚乙烯塑料袋，袋口扎紧或热合封口，应严密不漏，外包装采用高密度塑料编织袋，每袋净含量 25kg、500kg 或 1000kg，或按用户要求进行包装。包装应密封，注意防潮。贮存在有顶盖的阴凉、通风、干燥的场所或仓库内，防止受潮，应与碱、氧化剂等分开存放。运输过程中要防雨淋和日光曝晒。对逸出物料处置时须戴好防毒面具与手套，用砂土混合扫起或用水冲洗。失火时，可用水、砂土和灭火器扑救。

【生产单位】 苏州雄润化工有限公司，莱州金兴化工有限责任公司，唐山三鼎化工有限公司，山西阳泉精诚化工有限公司，青岛玉洲化工有限公司，吴江市东豪精细化工有限公司。

Aw005 氨基磺酸镍

【别名】 磺酰胺酸镍

【英文名】 nickel aminosulfonate；nickel sulfaminate

【结构式】 $Ni(NH_2SO_3)_2 \cdot 4H_2O$

【分子量】 322.81

【物化性质】 绿色结晶。易溶于水、液氨、乙醇，微溶于丙酮，水溶液呈酸性，有吸湿性，在潮湿空气中很快潮解。在干燥空气中缓慢风化，受热时会失去四个分子水，温度高于 110℃ 时开始分解并形成碱式盐，继续加热生成棕黑色的三氧化二镍和绿色的氧化亚镍的混合物。

【质量标准】

1. 化工行业标准《工业用氨基磺酸镍》HG/T 4197—2011

按产品质量，工业用氨基磺酸镍分为优等品、一等品和合格品，技术指标应符合下表的规定。

项目		指标		
		优等品	一等品	合格品
外观		绿色颗粒状晶体	绿色颗粒状晶体	绿色颗粒状晶体
氨基磺酸镍质量分数/%	≥	98.5	97.5	96.5
钴(Co)质量分数/%	≤	0.01	0.05	0.05
铜(Cu)的质量分数/%	≤	0.0005	0.001	0.002
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.0005	0.001	0.002
铅(Pb)质量分数/%	≤	0.0005	0.001	0.001
锌(Zn)质量分数/%	≤	0.001	0.005	0.010
水不溶物质量分数/%	≤	0.01	0.02	0.02
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/%	≤	0.05	0.10	0.20
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/%	≤	0.005	0.01	0.02

2. 国家标准《电镀专用氨基磺酸镍》GB/T 23847—2009

项目		指标	
		优等品	一等品
镍(Ni)含量/(g/L)	≥	180	180
钴(Co)含量(mg/L)	≤	50	100
铜(Cu)含量/(mg/L)	≤	5	10
铁(Fe)含量/(mg/L)	≤	10	15
铅(Pb)含量/(mg/L)	≤	10	15
锌(Zn)含量/(mg/L)	≤	5	10
锰(Mn)含量/(mg/L)	≤	5	10
钙(Ca)含量/(mg/L)	≤	10	400
镁(Mg)含量/(mg/L)	≤	5	100
铬(Cr)含量/(mg/L)	≤	5	10
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)含量/(mg/L)	≤	850	1000
硝酸盐(以 NO_3^- 计)含量/(mg/L)	≤	5	10
氯化物(以 Cl^- 计)含量/(mg/L)	≤	5	50
游离氨(以 NH_3 计)含量/(mg/L)	≤	120	150
pH 值		4.0～4.8	4.0～4.8
密度/(g/mL)		1.538～1.542	1.538～1.542

【用途】 氨基磺酸镍是一种优良的电镀主盐，因其内应力低、电镀速度快、溶解度大，无污染等，而成为近年国际上发展较快的一种电镀主盐。已广泛应用于电子、汽车、航天、兵器、造币、冶金、镍网、无线电、彩色铝合金等行业。

【制法】 合成法：将氨基磺酸与氢氧化镍反应生成氨基磺酸镍，经浓缩、结晶、离心分离，制得氨基磺酸镍成品。其反应式如下：

$$2H_2NSO_3H + Ni(OH)_2 \longrightarrow Ni(NH_2SO_3)_2 + 2H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：参见氨基磺酸。

包装方法：袋装时内包装为聚乙烯塑料袋，外包装为复合塑料编织袋，内袋扎紧或热合封口，应严密不漏；外袋用维尼龙绳或其他质量相当的线缝口，每袋净含量25kg，或按用户要求进行包装。桶装时内包装为聚乙烯塑料袋，外包装为纸板桶，内袋扎紧或热合封口，应严密不漏；外包装桶口应完全密封，每桶净重 25kg。或按用户要求进行包装。

贮存运输：贮存于有顶盖的阴凉、通风、干燥的场所或仓库内，防止受潮、曝晒。运输过程中应有遮盖物，防止包装损坏、日晒雨淋。

消防措施：失火时，可用水、砂土和灭火器扑救。

【生产单位】 上海吴庆金属表面技术有限公司，山东省郓城汇诺化工有限公司，潍坊万源化工有限公司，江西核工业实验化工厂，无锡市东大精细化工有限公司，云锡研究设计院。

Aw006 氨基磺酸钴

【别名】 氨基磺酸钴（Ⅱ）；磺酰胺酸钴

【英文名】 cobalt sulfamate；cobalt(2+)disulfamate

【结构式】 $Co(NH_2SO_3)_2 \cdot 4H_2O$

【分子量】 323.05

【物化性质】 红紫色结晶体，在潮湿空气中易潮解，易溶于水。常温常压下稳定。电镀液为深红色透明液体，相对密度 1.5 (25℃)。其一水盐为红色放射形针状结晶。溶于水，不溶于乙醇。经 100℃ 热处

理即分解为硫化钴。

【质量标准】

1. 国家标准《电镀用氨基磺酸钴》GB/T 23846—2009

项　　目	指　　标
钴(Co)含量(g/L) ≥	150
镍(Ni)含量/(mg/L) ≤	50
铜(Cu)含量/(mg/L) ≤	5
铁(Fe)含量/(mg/L) ≤	10
铅(Pb)含量/(mg/L) ≤	10
锌(Zn)含量/(mg/L) ≤	5
锰(Mn)含量/(mg/L) ≤	5
钠(Na)含量/(mg/L) ≤	10
铬(Cr)含量/(mg/L) ≤	5
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)含量/(mg/L) ≤	700
硝酸盐(以 NO_3^- 计)含量/(mg/L) ≤	5
氯化物(以 Cl^- 计)含量/(mg/L) ≤	5
pH 值	3.8～4.2
密度/(g/mL)	1.448～1.452

2. 化工行业标准《工业氨基磺酸钴》HG/T 4356—2012

项　　目	指标
氨基磺酸钴[$Co(NH_2SO_3)_2 \cdot 4H_2O$]质量分数/% ≥	98.0
镍(Ni)的质量分数/% ≤	0.05
铜(Cu)的质量分数/% ≤	0.001
铁(Fe)的质量分数/% ≤	0.001
铅(Pb)的质量分数/% ≤	0.003
锌(Zn)的质量分数/% ≤	0.001
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)的质量分数/% ≤	0.05
氯化物(以 Cl^- 计)的质量分数/% ≤	0.01
水不溶物的质量分数/% ≤	0.05

【用途】 主要用于精密电镀、印刷线路板电镀等。

【制法】

① 将氨基磺酸与氢氧化钴反应生成氨基磺酸钴。

② 以氨基磺酸钡的水溶液与硫酸钴（二价）水溶液反应，即得氨基磺酸钴的一水盐。

【安全性】

毒性与防治：刺激皮肤和黏膜；如不慎误食，请立即诱导呕吐，或喝肥皂水或者浓盐水，直到呕吐干净为止，并看医生确诊(当误食出现抽搐或意识不清时，请勿诱导呕吐或给其喝任何东西)。如不慎入眼，请立即大量清水冲洗眼睛至少 15min，并看医生确诊。如若不慎接触皮肤，请用大量清水冲洗。

包装与贮运：电镀用产品采用高密度聚乙烯（HDPE）塑料桶包装，每桶净重30kg、300kg，或按用户要求包装。工业用产品包装采用双层袋装：内包装为聚乙烯塑料袋，外包装为复合塑料编织袋。内袋扎紧或热合封口，应严密不漏；外袋用维尼龙绳或其他质量相当的线缝口，缝线整齐，针距均匀，无漏缝或跳线现象。每袋净含量 25kg，或按用户要求进行包装。贮藏在常温、阴凉、通风、干燥、避光处。贮存期为 12 个月。运输过程中防止受热和雨淋。请勿将流出的液体冲入下水道。如有溢出，请用苏打或石灰覆盖污染区，它将形成一层浓稠的碱性浆液，并将浆液盛入钢制或聚乙烯容器内，按照对重金属残余物处理的相关规定，对其进行安全处理。失火时，可用水、砂土和灭火器扑救。

【生产单位】 潍坊万源化工有限公司，郑州希派克化工有限公司，上海吴庆金属表面技术有限公司，上海顺博金属材料有限公司，浙江黄岩精细化学品集团有限公司，北京欣赛维化学科技有限公司，成都艾科达化学试剂有限公司，武汉远城科技发展有限公司，上海将来实业有限公司，天津市金铂兰精细化工有限公司，上海明太化工发展有限公司，上海海云化工有限公司，苏州迪卡斯化工科技有限公司，江西核工业兴中科技有限公司。

Aw007 氨基磺酸铵

【别名】 磺酸铵

【英文名】 ammonium sulfamate

【结构式】 $NH_2SO_3NH_4$

【分子量】 114.12

【物化性质】 白色疏松晶体，溶于水，水溶液中呈弱酸性，标准状况下水中溶解度为185.6g/100g；熔点131℃，沸点160℃（分解），能吸收空气中的水分；不溶于甲醇和乙醇。有吸湿性，受热分解，放出大量惰性气体。

【质量标准】

1. 参考指标1

指标名称		一级	二级	三级
氨基磺酸铵/%	⩾	99.5	99.0	99.0
灼烧残渣/%	⩽	0.02	0.03	0.10
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	⩽	0.05	0.10	0.20
重金属(Pb)/%	⩽	0.0002	0.0002	0.0005
氯化物(Cl)/%	⩽	0.002	0.003	0.005
铁(Fe^{3+})/%	⩽	0.000015	0.0001	0.0005
pH值(10%水溶液)		4～6	4～6	4～6

2. 参考指标2

指标名称		优级	一级
氨基磺酸铵/%	⩾	99.5	99.5
灼烧残渣/%	⩽	0.02	0.02
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	⩽	0.05	0.05
重金属(Pb)/%	⩽	0.0002	0.0002
氯化物(Cl^-)/%	⩽	0.002	0.002
铁(Fe^{3+})/%	⩽	0.000015	0.0001
10%水溶液pH值		4～6	4～6

【用途】 广泛用于农药、印染、烟草、建材、纺织等工业部门，是生产大豆除草剂——咪草烟、固化剂的重要原料。可作为树脂交联促进剂，纸张、纺织品的柔软剂、阻燃剂。在美国被大量用作树木枯死剂，使一些不需要的树木和灌木枯萎，这对建立森林防火带具有重大意义。

【制法】

① 加压下，将精制后的氨基磺酸溶液溶于液氨中，然后减压，蒸去过剩液氨而得。

② 以三氧化二硫及液氨为原料，在加压下反应而得。

③ 以碳酸氢铵为原料，与氨基磺酸进行复分解反应而得。

【安全性】

毒性：中毒。

燃爆危险：受热可爆，在热酸溶液中自发爆炸。燃烧产生有毒氮氧化物和硫氧化物气体。

包装贮运：内衬双层塑料袋，外用塑料编织袋包装，净重25kg。按一般化学品贮运，防潮湿和日晒。库房通风，低温干燥；与食品原料分开贮运。失火时可用干粉、泡沫、砂土灭火。

【生产单位】 青岛玉洲化工有限公司，合肥三川化工外加剂有限公司，遵化市金驰化工有限公司，唐山三鼎化工有限公司，河北遵化市金驰化工有限公司。

Aw008 氨基钠

【别名】 氨基化钠；氨酸钠

【英文名】 sodium amide；sodamide

【结构式】 $NaNH_2$

【分子量】 39.01

【物化性质】 白色至橄榄绿结晶性粉末，系单斜结晶体。相对密度1.40，熔点210℃，沸点400℃。在空气中不稳定，易氧化。加热氧化生成氢氧化钠、亚硝酸

钠和氨。400℃开始分解，500～600℃迅速分解。有潮解性，与水激烈反应生成氨和氢氧化钠。在热酒精中分解，在真空中加热到300～330℃分解成氮气、钠、氢气和氨气。易燃、易爆，有腐蚀性。

【质量标准】

1. 企业标准 沪 Q/HG 11178—82

指标名称	指标
氨基钠($NaNH_2$)/% ≥	98
火花试验	合格
外观	灰白色固体粉末

2. 参考规格

指标名称	指标
氨基钠($NaNH_2$)/% ≥	96
粒度/目	-40

【用途】 在有机化学反应中作缩合促进剂，是合成维生素A的原料。也用作脱水剂、脱卤剂、烷基化剂、氨化剂。在液氨中解离 NH_2^- 作阴离子聚合生产聚氯乙烯的引发剂。还用于制造叠氮化合物、氰化物、靛蓝和联氨等。

【制法】

(1) 高温法 将金属钠于97～100℃熔融，缓慢通入脱水的液氨，加热至350～360℃进行反应，生成氨基钠和氢气，反应时间为6.5h，经检查无金属钠存在时，停止通氨，反应结束。反应后经冷却，凝成薄片，再经粉碎制得氨基钠成品，真空包装。其反应式如下：

$$2Na+2NH_3 \longrightarrow 2NaNH_2+H_2\uparrow$$

(2) 低温合成 原料与高温法相同，反应温度为－30℃，是在有金属催化剂存在的条件下合成而得。

【安全性】

产品毒性：其粉尘有毒！

环境危害：本产品所列生产方法，副产物为氢气和工业废水等。氢气可采用回收法和焚烧法；对于工业废水，可进行处理。基本上无其他三废排放。

健康危害：能造成腐蚀性灼伤，能严重刺激眼、皮肤和呼吸系统。

急救措施：皮肤接触，眼部受刺激，应立即用水冲洗；误入口中，应立即漱口，饮水和醋或1%醋酸，然后送医院救治。

防护措施：粉尘有毒，处置逸出物料时须戴防毒面具与手套，污染的地面也应用水冲洗；在高粉尘环境中工作后，要洗浴更衣，防护用品单独存放，经常换洗。

包装方法：用内衬两层聚乙烯塑料袋的(230×230×250) cm^3 铁皮方箱包装，用树脂封盖，每箱净重10kg。或用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重20kg、50kg等。包装外要有明显标着“遇湿易燃固体”、“有毒”的文字和图标标示。

贮存运输：属一级易燃固体，危规编号：GB12268-90-43051、61520。UN No.2813、3086、2811。贮存在阴凉、干燥的库房中。应避免与空气、水、火接触，以免爆炸起火。应密闭保存，注意防潮，贮存时间不宜过长。远离火种热源，库温不超过10℃，相对湿度不超过75%，保持容器密封，应与氧化剂、酸类等分开存放，切忌混贮，禁止使用易产生电火花的机械设备和工具，贮区应备有应急处理设备和合适的收容材料。

消防措施：失火时，可用干砂土、干粉、二氧化碳灭火器或石棉苫布扑救。

【生产单位】 昆山威尔克化学有限公司，马鞍山子成化工有限公司，安徽无为良伟化工有限公司。

Aw009 铝酸钠

【别名】 偏铝酸钠

【英文名】 sodium aluminate; sodium metaaluminate

【结构式】 $NaAlO_2$

【分子量】 81.97

【物化性质】 白色无定形结晶粉末，无

臭、无味。相对密度 1.58，熔点 1650℃，折射率 1.566～1.595。溶于水，不溶于醇，有吸湿性，水溶液呈强碱性，pH＝12.3。能渐渐吸收水分而成氢氧化铝，加入碱或带氢氧根多的有机物则较稳定。与酸类发生剧烈反应，有氢气生成，与铁盐发生反应同样会释出氢气。

【质量标准】

1. 参考标准 QG/LE 3927—2003

检验项目		标准要求
外观		白色粉末
$NaAlO_2$/%	≥	80
Al_2O_3/%	≥	50
Na_2O/%	≥	37
Na_2O/Al_2O_3		1.25±0.05
Fe/$\times 10^{-6}$	≤	120
pH 值		12.50±0.5
水不溶物含量/%	≤	0.1

2. 分子筛专用偏铝酸钠参考质量指标

指标名称		指标
外观		白色半透明黏稠状
氧化铝(Al_2O_3)/%		24～26
氧化钠(Na_2O)/%		19～21
铁(Fe)/%	≤	0.005%
相对密度 20℃		1.53～1.60
摩尔比 Na_2O/Al_2O_3		1.30±0.05
pH 值	≥	12
保质期		12 个月

【用途】 广泛用于工业用水和自来水的净化，能降低水的硬度和加快悬浮固体的沉降。与硅酸盐化合能改进分子筛结晶，用作石油烃转化的催化剂和载体，制造无定形氧化铝催化剂及稳定硅胶溶液的原料。用作玻璃和陶瓷蚀刻用的碱洗涤溶液抑制剂、造纸工业用的填充剂、减少油井水黏度及钢表面处理用的保护剂、土壤硬化剂。还用于肥皂、染料等工业。在土木工程方面，与水玻璃混合用于施工中的堵漏。在钛白粉生产过程中使用该产品，使其表面包膜，提高其特性。

【制法】 铝酸钠的制法有四种，即拜耳法、烧结法、联合法和碱解法。

（1）拜耳法　本法适合含硅低的铝矾土。以铝矾土为原料，矾土中氧化铝和氧化硅的质量比值大于 8，将铝矾土粉碎，球磨使粒度 85%通过 220 目，然后与碱液混合湿磨，使苛化系数达到 1.65±0.02，在 150℃以上加热 2～3h，进行高压溶出，使铝矾土中的氧化铝以铝酸钠形式转入溶液，用水稀释杂质氧化硅、氧化铁、氧化钙成为赤泥，经沉降分离，粗液再经过滤、蒸发至干，制得铝酸钠成品。其反应式如下：

$$Al_2O_3 \cdot 3H_2O + 2NaOH \longrightarrow 2NaAlO_2 + 4H_2O$$

$$Al_2O_3 \cdot H_2O + 2NaOH \longrightarrow 2NaAlO_2 + 2H_2O$$

（2）烧结法　本法适合含硅高的铝矾土。将铝矾土、纯碱、石灰石磨细混合，在 1200℃以上的高温下烧结，孰料用水浸取，浸取后的铝酸钠溶液经过除硅后得到精制的铝酸钠溶液，蒸发至干即得产品。其反应式如下：

$$Al_2O_3 \cdot H_2O + Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaAlO_2 + CO_2 \uparrow + H_2O \uparrow$$

【安全性】

危险特性：铝酸钠为碱性腐蚀品，其粉尘具有同等性质。危规编号：GB12268-90-82008。UN No. 1819。

环境危害：本产品所列生产方法，副产物主要为水和少量化学杂质及工业废水等。对于工业废水，只要严格管理，无其他三废排放。

健康危害：吸入铝粉尘主要损害肺，称铝土肺，慢性症状有消瘦、四肢无力、极易疲劳。

急救措施：食入者要立即漱口，饮水，然后送医院救治。

防护措施：工作环境要做好防尘和除尘工作。空气要流通，干净清洁。装有铝酸钠的设备和容器要严格密闭，产品移动和使

用的过程中不得遗撒和泄漏，否则应及时清除。操作人员要有劳动保护，长期接触铝酸钠的人员，要定期做肺部检查。

包装方法：用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋包装，每袋净重 50kg。包装外要明显标有“碱性腐蚀品”、“防潮”文字。带口要采用机器密封，箱体用打包机捆渣。

贮存运输：贮存于通风、干燥、腐蚀物品专放的库房中。注意防水、防潮、防火，不可与酸类物品共贮混运。搬动时，要小心轻放，避免包装破损；运输时要加盖苫布防日晒雨淋。

消防措施：失火时，可用干砂土、干粉灭火器、石棉苫布扑救。

【生产单位】 淄博同洁化工有限公司，淄博利尔化工有限公司，吴江市今日化工有限公司，苏州龙龙化工科技有限公司，济南子安化工有限公司，苏州万荣化工科技有限公司，杭州云河硫酸铝有限公司。

Aw010 硅铝酸钠

【别名】 硅酸铝钠；铝硅酸钠

【英文名】 sodium aluminosilicate；sodium silicoaluminate；aluminium sodium silicate

【结构式】 $AlNaO_6Si_2$

【分子量】 202.14

【物化性质】 白色无定形细粉或小珠粒，无臭，无味，相对密度约 2.6，熔点 1000～1100℃，不溶于水、乙醇和其他有机溶剂，在 80～100℃时可部分溶于强酸和碱金属氢氧化物溶液。用无二氧化碳的水制备成 20%淤浆的 pH 值为 6.5～10.5。

【质量标准】 德固赛 SIPERNAT® 820A 硅铝酸钠理化指标

项　　目	指标
$SiO_2$①/%	82
Al(以 Al_2O_3 计)①/%	9.5
Na(以 Na_2O 计)①/%	8
Fe(Fe_2O_3 计)①/%	0.03
硫酸根(以 SO_3 计)②/%	0.4
pH 值	10.1
比表面积(N_2 吸附法)/(m^2/g)	85
DBP 吸收量③/(g/100g)	200
平均粒径 d_{50}(Coulter LS230)/μm	7.5
45μm 筛网残余/%	0.05
压实密度/(g/L)	300
干燥失重/%	6
灼烧失重③/%	8

①基于灼烧产品。②基于产品原始状态。③基于烘干产品。

【用途】 用作普通试剂，用于日化、塑料、涂料、橡胶、造纸、建材等行业。还可作抗结剂，食盐替代物、调味料、香精、糖替代物等以及食品工业中的基他粉状制品。为降低居民膳食铝摄入过量可能带来的健康风险，自 2014 年 7 月 1 日起我国禁止硅铝酸钠用于食品生产中。

【制法】 由灿熔岩与氢氧化钠等制成或由硅酸钠与铝盐反应生产。

【安全性】 有毒物品，低毒，口服-大鼠 LD_{50}＞27000mg/kg。没有已知的特殊危险，不可燃烧，火场产生有毒含铝、氧化钠烟雾。贮存库房要求通风低温干燥。失火时，可用大量水、干粉、二氧化碳灭火。

【生产单位】 武汉宏信康精细化工有限公司，西安大丰收生物科技有限公司，山东省淄博元华化工有限公司，武汉能仁医药化工有限公司，山东隆兴生物工程有限公司，云南万家合源食品有限公司，河南安力精细化工有限公司，上海金锦乐实业有限公司，扬中格拉斯白炭黑化工有限公司，青岛德丰化工有限公司。

Aw011 锑酸钠

【别名】 偏锑酸钠；焦锑酸钠

【英文名】 sodium antimonate；sodium metaantimonate

【结构式】 $NaSbO_3$

【分子量】 192.74

【物化性质】 白色粉末或颗粒，系粒状结晶与等轴结晶。耐高温，在1000℃仍不分解。溶于酒石酸、硫化钠溶液、浓硫酸，微溶于醇、铵盐，不溶于醋酸、稀碱和稀无机酸。在冷水中不溶，在热水中发生水解形成胶体。有毒。

【质量标准】

1. 化工行业标准《电子工业用水合锑酸钠》HG/T 3254—2010

项目			指标	
			一等品	合格品
总锑(以 Sb_2O_5 计)质量分数/%			64.0～65.6	64.0～65.6
氧化钠(Na_2O)/%			12.0～13.0	12.0～13.0
砷(以 As_2O_3 计)质量分数/%		≤	0.02	0.10
铁(以 Fe_2O_3 计)质量分数/%		≤	0.01	0.05
铜(以 CuO 计)质量分数/%		≤	0.001	0.005
铬(以 Cr_2O_3 计)质量分数/%		≤	0.001	0.005
铅(以 PbO 计)质量分数/%		≤	0.10	—
钒(以 V_2O_5 计)质量分数/%		≤	0.001	0.005
水分质量分数/%		≤	0.30	
细度	850μm 试验筛余物质量分数/%		协商	
	150μm 试验筛余物质量分数/%			
	75μm 试验筛余物质量分数/%			

注：本表所列指标除水分和细度外，指标参数均以干基计。

2. 参考标准

指标名称		指标
锑酸钠($NaSbO_3$)/%	≥	98
铁(Fe)/%	≤	0.1
铜(Cu)/%	≤	0.07
砷(As)/%	≤	0.1
水分/%	≤	1.0
三价锑(Sb_2O_3)/%	≤	0.3
细度/目	≤	250

【用途】 在化工生产中用于聚酯合成催化剂，在日化领域可制作阻燃剂；用于化学纤维、纺织品、塑料制品及环氧树脂密封材料；用作显像管、光学玻璃和各种高级玻璃的澄清剂；搪瓷的乳白剂；制造铸件用漆的不透明填料及铁皮、钢板抗酸漆的成分。在化学分析中用于鉴定钠离子。

【制法】

（1）硝酸钠法　将锑块粉碎，与硝酸钠混合，在反应炉中加热通空气进行反应。反应温度为1000℃左右；所得粗锑酸钠经冷却、粉碎，用稀硝酸浸取使其进一步反应，然后再过滤、干燥、粉碎，制得锑酸钠成品。其反应式如下：

$$4NaNO_3+4Sb+3O_2 \longrightarrow 4NaSbO_3+2NO+2NO_2$$

（2）氯化法　将粗三氧化二锑粉与盐酸混合，在70～75℃下反应3～4h，生成三氯化锑，过滤除杂，于65℃通氯气氯化，生成五氯化锑。加水进行水解，使锑化合物沉淀，洗涤除杂，过滤，与过量碱中和生成锑酸钠；在经真空过滤、洗涤、离心、干燥、粉碎、过筛等系列后处理即得锑酸钠成品。其反应式如下：

$$Sb_2O_3+6HCl \longrightarrow 2SbCl_3+3H_2O$$

$$SbCl_3+Cl_2 \longrightarrow SbCl_5$$

$$SbCl_5+2H_2O \longrightarrow SbO_2Cl\downarrow+4HCl$$

$$SbCl_5+3H_2O \longrightarrow HSbO_3\downarrow+5HCl$$

$$SbO_2Cl+2NaOH+2H_2O \longrightarrow NaSbO_3\cdot 3H_2O\downarrow+NaCl$$

$$HSbO_3+NaOH+2H_2O \longrightarrow NaSbO_3\cdot 3H_2O\downarrow$$

【安全性】

环境危害：锑酸钠为二级无机毒害品，空气中金属锑或含锑化合物粉尘最高允许浓度为0.5mg/m³，其中，五价锑的氧化物和硫化物为2mg/m³。

健康危害：急性中毒表现为呼吸道、消化道及皮肤的刺激作用。慢性中毒影响体内代谢系统、神经系统核心脑血管。锑化合物进入消化系统，口腔内有金属味道，可引起流口水、恶心、呕吐、腹泻和腹痛；长期吸入锑尘，可导致肺部疾病。

急救措施：不慎呼吸道中毒，可给用大量的甜菜或咖啡饮料、阿司匹林；入口中毒，用鞣酸溶液、蛋白水反复洗胃，较重者及时送医院诊治。

防护措施：生产和使用环境要空气流通、清洁干燥，减少或避免锑粉在空气中滞留；操作人员要有劳动保护，以防重要器官被侵害，特别是眼、口、鼻的保护。工作时需配戴防毒口罩、防护镜。工作后要洗浴更换工作服，防护用品单独存放，经常换洗。长期接触含锑粉尘者，要定期做肺部检查。

包装方法：可采取两种包装形式：采用内衬聚乙烯塑料薄膜袋的塑料编织袋或复合塑料编织袋包装。每袋净含量25kg、50kg。集装袋包装时每袋净含量1000kg。应贮存于阴凉、干燥处，防止雨淋、受潮。

贮存运输：二级无机毒害品。危规编号：GB12268-90-61520、61505，UN No.3086、2810、2811、2871。运输时，要加盖苫布防雨淋、受潮。

消防措施：失火时，可用水和砂土扑救。

【生产单位】 湖南华昌锑业股份有限公司，贵州兴黔联合锑品实业公司，上海齐治化工有限公司，锡矿山闪星锑业有限责任公司，株洲安特锑业化工有限公司，广西河池市东方锑化工有限公司。

Aw012 偏锡酸

【英文名】 metastannic acid

【结构式】 H_2SnO_3

【分子量】 168.59

【物化性质】 白色无定形粉末，系同分异构体，不溶于水及乙醇，不溶酸和碱液，与碱共熔可得偏锡酸盐，加热显著失水。

【质量标准】

1. 参考标准1

指标名称		指标
SnO_2含量/%	≥	86
灼烧失重/%		11～13.5
重金属(Pb)/%	≤	0.03
铁/%	≤	0.015
硝酸盐/%	≤	1.0
粒度/目		40～325(可调)

2. 参考标准2

指标名称		指标
偏锡酸(SnO_2含量)/%	≥	88
硫酸盐(以SO_4^{2-}计)/%	≤	0.5
铁(Fe)/%	≤	0.1
铅+锑(Pb+Sb)/%	≤	0.25

【用途】 主要用作化学纤维及纺织品、塑料制品、油漆涂料及环氧树脂密封材料的阻燃剂；陶瓷制品的色料；印刷油墨的添加剂；纺织行业的媒染剂。

【制法】 偏锡酸可由精锡与浓硝酸加热进行反应，经过滤分离、干燥制得。其化学反应如下：

$$Sn+2HNO_3 \longrightarrow H_2SnO_3+2NO\uparrow+0.5O_2\uparrow$$

【安全性】

产品毒性：偏锡酸为化学粉状物，其粉尘对人体有害。

危险特性：危规编号GB12268-90-62001，UN No.2814。

防护措施：工作环境要通风清洁，防止粉尘在空中积聚。操作人员要有劳动保护，特别要保护呼吸系统。生产和使用大量粉状物，工作后要洗浴更换衣服，防护用品要单独存放，经常洗澡。

包装方法：内包装可用纸袋或聚乙烯塑料袋，每包净重 20kg、50kg 等；袋口用机器密封；外包装可用木箱或镀锌铁桶或聚乙烯塑料桶，桶盖应加衬垫并紧固。包装外要有明显标着“防潮”、“防腐蚀”的文字和图标标识。

贮存运输：贮存在通风、干燥的库房中，防水、防火、防潮、防腐蚀。勿与易燃易氧化物品同贮共运。搬动时要小心轻放，以免包装破损，运输时要加盖苫布防日晒雨淋。

消防措施：失火时可用水或干粉扑救。

【生产单位】 云南锡业股份有限公司，博山翔宇陶瓷颜料厂。

Aw013 锡酸钾

【别名】 三水锡酸钾

【英文名】 potassium stannate; potassium stannate trihydrate

【结构式】 $K_2SnO_3 \cdot 3H_2O$

【分子量】 298.95

【物化性质】 外观为白色或淡棕色结晶粉末，系斜方结晶或菱面体结晶。相对密度 3.197，易溶于水，呈碱性，水中溶解度为 110.5g/100mL（15℃）；不溶于醇和丙酮。在空气中易吸收二氧化碳而分解并生成碳酸钾和氢氧化锡。加热到 140℃ 而失去三个结晶水。

【质量标准】

1. 英国 BS1468—1967 标准

指标名称		指　标
可溶性锡/%	≥	38
不溶物/%	≤	0.25
铅(Pb)/%	≤	0.025
砷(As)/%	≤	0.01
锑(Sb)/%	≤	0.05
硝酸盐(KNO_3)/%	≤	0.25
氯化物(KCl)/%	≤	1.0
游离碱(KOH)/%	≤	1.5
钠(Na)/%	≤	0.01

2. 参考企业标准（杭州同和化工有限公司）Q/2559—2008

指标项目		电镀级
外观		白色粉末或颗粒
纯度($K_2SnO_3 \cdot 3H_2O$)/%	≥	98
锡含量(Sn)/%	≥	38
铁(Fe)/%	≤	0.005
砷(As)/%	≤	0.001
铅(Pb)/%	≤	0.002
重金属(以 Pb 计)/%	≤	0.005
硫酸盐(SO_4^{2-})/%	≤	0.3
酸不溶物/%	≤	0.05

包装：25kg/桶，产品由内膜袋包装，外桶为塑料桶或铁皮桶。也可根据客户要求调整包装规格。

【用途】 锡酸钾在电镀工业主要用于以锡代银、以锡铜合金镀层取代镍镀层。它不仅可降低生产成本，同时以钾盐代替钠盐能产生较高的阴极效率及导电率，提高镀件表面光亮度、附着力和抗腐性，如用在汽车制造、电子行业、罐装食品盒、人民币等的电镀。锡酸钾还可在印染工业中作媒染剂、纺织工业作增重剂等。此外，在玻璃陶瓷工业、高级装饰材料中也有广泛的用途。

【制法】

（1）硝酸法　将锡块熔融后，经水淬成锡花，与浓硝酸在反应器内充分搅拌进行反应，制得偏锡酸；做脱出杂质处理后，再与氢氧化钾共熔，其共熔物溶于水，偏锡酸与氢氧化钾中和，生成锡酸钾溶液，经沉淀、蒸发、结晶制得产品。其反应式为：

$$3Sn + 4HNO_3 + H_2O \longrightarrow 3H_2SnO_3 + 4NO\uparrow$$

$$H_2SnO_3 + 2KOH \longrightarrow K_2SnO_3 + 2H_2O$$

（2）碱解法　同硝酸法一样，先制成锡花，然后与氢氧化钾、硝酸钾混溶进行反应，生成的产物经一系列后处理，脱除杂质后，即得产品。其反应式如下：

$$2Sn+3KOH+KNO_3+3H_2O \longrightarrow 2K_2SnO_3 \cdot 3H_2O+NH_3\uparrow$$

【安全性】

危险特性：锡酸钾粉尘对人体有害。

环境危害：本产品所列生产方法，副产物主要为氨气、一氧化氮、水和少量杂质等。其中氨气、一氧化氮可采用水吸收法制氨水和硝酸；工业废水可由环保部门进行综合处理。

健康危害：长期吸入含锡粉尘，呈现肺尘埃沉着病症状。接触吸尘浓度为 10～15mg/m^3 时，都会患有慢性支气管炎，呈现有肺气肿的初期症状，或呈中度呼吸机能不全等。

防护措施：工作环境要通风、清洁，防止粉尘在空中积聚和滞留。操作人员要有劳动保护，重点要保护呼吸系统。工作人员要定期检查呼吸系统，做到早发现、早治疗。美国规定空气中最大允许浓度为 2mg/m^3。

包装方法：该产品与空气中的二氧化碳反应而分解为其他产物，应特别注意包装密封。应采用聚乙烯塑料袋作为内包装袋，每包净重 18kg、20kg、30kg、40kg 等；袋口用机器密封；外包装可用纤维板圆桶或黑铁桶或聚丙烯编织袋。随时包装，及时用机器密封袋口，桶盖应加衬垫并紧固。

贮存运输：危规编号 GB12268-90-62001，UN No.2814。贮存在通风、干燥、防水、防火、防潮化学品库房中。勿与易燃易腐蚀及酸类物品同贮共运。搬动时要小心轻放，以免包装破损，若有破损立即更换新包装，运输时要加盖苫布防日晒雨淋。

消防措施：失火时可用干砂土、干粉、石棉苫布扑救。

【生产单位】 上海试四赫维化工有限公司，昆山光华化工材料有限公司，深圳市瑞德锡钴金属粉末有限公司，赣州市虹腾金属材料有限公司，云南锡业股份有限公司。

Aw014 锡酸钠

【别名】 三水锡酸钠

【英文名】 sodium stannate trihydrate

【结构式】 $Na_2SnO_3 \cdot 3H_2O$

【分子量】 266.71

【物化性质】 无色六角板状结晶或白色粉末。溶于水，水溶液呈碱性，水溶液相对密度 1.438，不溶于醇和丙酮。加热至 140℃时失去结晶水而成无水物。遇酸则分解成钠盐和二氧化锡等。在空气中吸收二氧化碳而成碳酸钠和氢氧化锡。

【质量标准】 国家标准 GB/T 26040—2010

指标名称		Sn-42	Sn-36.5
锡(以 Sn 计)/%	≥	42	36.5
铅(以 Pb 计)/%	≤	0.0020	0.0020
砷(以 As 计)/%	≤	0.0010	0.0020
锑(以 Sb 计)/%	≤	0.0025	0.0020
铁(以 Fe 计)/%	≤	0.02	0.02
游离碱(以 NaOH 计)/%	≤	3.5	4.5
硝酸盐(以 NO_3^- 计)/%	≤	0.1	0.2
碱不溶物/%	≤	0.1	0.2

注：需方如对产品有特殊要求时，可由供需双方商定。

【用途】 主要用于电镀行业碱性镀锡和镀铜，以及锡合金、锌锡合金、铝合金等合金的电镀和化学镀。在纺织行业用作防火剂、增重剂，印染行业用作媒染剂，也用于玻璃、陶瓷等工业。

【制法】

(1) 碱解法 将锡块熔融后经水淬成锡花，然后与苛性钠、硝酸钠混溶反应，反应温度由 300℃升至 800℃使生成锡酸钠，经冷却加水溶解，再加硫化钠、过氧化氢净化除杂，沉淀后经抽滤、蒸发浓缩、离心分离、干燥、粉碎，制得锡酸钠

产品。其反应式如下：

$$2Sn+3NaOH+NaNO_3+6H_2O \longrightarrow 2(Na_2SnO_3 \cdot 3H_2O)+NH_3\uparrow$$

（2）熔融法　将锡石煅烧后的粉末与氢氧化钠在电炉中共熔15min，将生成物溶解于水，经煮沸、结晶、重结晶等精制过程，而得锡酸钠。其反应式如下：

$$H_2SnO_3+2NaOH \longrightarrow Na_2SnO_3+2H_2O$$

【安全性】

环保危害：本产品所列生产方法，副产物主要为氨气、水和少量杂质等。其中氨气可采用水吸收法制氨水；工业废水可由环保部门进行综合处理。

健康危害：锡酸钠粉尘对人体有害。长期吸入含锡粉尘，呈现肺尘埃沉着病症状。接触吸尘浓度为10～15mg/m³时，都会患有慢性支气管炎，呈现有肺气肿的初期症状，或呈中度呼吸机能不全等。

防护措施：工作环境要通风、清洁湿润，防止粉尘在空中积聚和滞留。操作人员要有劳动保护，重点要保护呼吸系统。生产和使用大量锡酸钠后，要洗浴更换衣服，防护用品要单独存放，经常换洗。工作人员要定期检查呼吸系统，做到早发现、早治疗。美国规定空气中最大允许浓度为2mg/m³。

包装方法：该产品与空气中的二氧化碳反应而分解为其他产物，应特别注意包装密封。应采用聚乙烯塑料袋作为内包装袋，每包净重25kg；外包装可用塑料桶密封包装，包装外要有明显标着“防潮”、“防火”的文字和图标标识。

贮存运输：危规编号GB12268-90-62001，UN No. 2814。贮存在通风、干燥、避光照射的库房中。勿与易燃易腐蚀及酸类物品同贮共运。搬动时要小心轻放，以免包装破损，若有破损立即更换新包装，运输时要加盖苫布防日晒、潮湿或雨淋。

消防措施：失火时可用干砂土、干粉、石棉苫布扑救。

【生产单位】　上海华亭化工有限公司，云南锡业股份有限公司，昆山光华化工材料有限公司，赣州华恒锡化工有限公司。

Aw015　高铁酸钾

【英文名】　potassium ferrate

【结构式】　K_2FeO_4

【分子量】　198.05

【物化性质】　纯品为暗紫色有光泽粉末。198℃以下干燥空气中稳定。极易溶于水而成浅紫红色溶液，静置后会分解放出氧气，并沉淀出水合三氧化二铁。溶液的碱性随分解而增大，在强碱性溶液中相当稳定，是极好的氧化剂。具有高效的消毒作用，比高锰酸钾具有更强的氧化性。

【质量标准】　参考标准

指标名称		指　标
高铁酸钾(K_2FeO_4)/%	≥	98.58
氯化物(NaCl)/%	≤	0.46
重金属(Pb)/%	≤	0.001
砷(As)/%	≤	0.0001
水不溶物/%	≤	0.2
干燥失重(150℃)/%	≤	1.0

【用途】　作为一种非氯新型高效消毒剂，用于饮用水处理，可快速杀死水中的细菌和病毒；除去水中部分有机污染物、重金属离子，脱色除臭，冷凝循环水控制生物黏垢的生成及处理含酚、氰化镀镉废水等，它集消毒、絮凝、氧化、吸附及助凝于一体，具有杀毒效果好、功能多、安全性好、应用广的优点。用它制得氧化淀粉，用于纸张表面施胶及纺织品的精整。在化工生产中，用于氧化磺酸、亚硝酸盐、亚铁氰化物和其他无机物。在炼锌时用于除锰、锑和砷。在烟草工业中，用于香烟过滤嘴等。

【制法】

（1）化学氧化法（湿法）　将氯气通入氢氧化钠溶液生成饱和次氯酸钠浓碱溶

液，缓慢加入硝酸铁氧化反应生成高铁酸钠，用氢氧化钾转化成高铁酸钾，抽滤得粗品，再用氢氧化钾溶解，重结晶，用苯和95%乙醇进行脱碱、乙醚洗涤，干燥制得高铁酸钾产品，可立即使用或贮存于隔绝空气的容器中。其反应式如下：

$$2NaOH + Cl_2 \longrightarrow NaClO + NaCl + H_2O$$

$$Fe(NO_3)_3 + 3NaOH \longrightarrow Fe(OH)_3 + 3NaNO_3$$

$$2Fe(OH)_3 + 3NaClO + 4NaOH \longrightarrow 2Na_2FeO_4 + 3NaCl + 5H_2O$$

$$Na_2FeO_4 + 2KOH \longrightarrow K_2FeO_4 + 2NaOH$$

（2）电解法　将三氯化铁和氢氧化钠溶液在隔膜型电解槽以铁阳极电解氧化，先生成铁的氧化-氢氧化物络合物，在卤素离子存在下，电化学转化为高铁酸盐离子，与 Na^+ 结合成高铁酸钠，含量可达50～80g/L。用50%氢氧化钾溶液，按氢氧化钾与高铁酸钠摩尔比值3∶1反应生成高铁酸钾，抽滤，用异丙醇脱碱、洗涤，经干燥制得高铁酸钾，放入密闭干燥器中保存。其反应式如下：

$$Fe + 8OH^- \xrightarrow{Cl^-} [Fe_xO_y \cdot nH_2O] \xrightarrow{Cl^-} FeO_4^{2-} + 4H_2O + 6e^-$$

$$FeCl_3 + 8OH^- \xrightarrow{Cl^-} [Fe_xO_y \cdot nH_2O] \xrightarrow{Cl^-} FeO_4^{2-} + 4H_2O + 3Cl^- + 3e^-$$

$$6Na^+ + 6H_2O + 6e \longrightarrow 6NaOH + 3H_2 \uparrow$$

$$Na_2FeO_4 + 2KOH \longrightarrow K_2FeO_4 + 2NaOH$$

【安全性】 属无机氧化剂，危规编号GB 12268-90-51527。

保存于隔绝空气的容器中，用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶或木桶包装，每桶净重50kg。桶盖应密封，包装上应有明显的“氧化剂”标志。不可与有机物、酸类及还原剂共贮混运。贮存于通风、干燥的库房中。防日光曝晒、防潮，要远离火种和热源。

失火时，可用水、砂土和灭火器扑救。

【生产单位】 西安天顺精细化公司，湖北中料化工有限公司，湖北七八九化工有限公司，深圳三顺事业有限公司。

Aw016 石墨粉剂

【别名】 胶体石墨粉剂；黑铅；笔铅；结晶型碳

【英文名】 graphite powder，colloidal

【结构式】 C

【物化性质】 灰黑色具层状晶体结构的六方晶系微粉，带金属光泽，触之有滑腻感，分散性高，不黏结。相对密度1.9～2.2，摩擦系数0.08～0.20，莫氏硬度1.0～1.15，熔点3527℃，于450℃开始氧化。在常温时不活泼，仅用浓硝酸或氯酸钾强氧化剂处理，可得无传导性的石墨酸或石墨氧化物。在420℃吸收氟生成氟化碳而失去光泽和传导性。与其他气体仅是物理吸附而无反应，因而具有耐高温和良好的热稳定性、导电性、导热性、可塑性和耐酸、耐碱、耐有机溶剂腐蚀的化学稳定性及突出的润滑性，但在真空条件下将失去其润滑性。

【质量标准】

1. 微粉石墨技术参考指标

牌号	固定碳/% ≥	灰分/% ≤	水分/% ≤	粒度/μm	检测设备
FS-1	—	0.7	0.5	1≥60%	激光粒度分布仪
FS-2	—	0.7	0.5	2≥70%	
FS-4	—	0.7	0.5	3≥80%	
F-1	—	0.7	0.5	6≥60%	
F-2	—	1.5	0.5	10≥60%	
F-3	90	—	0.5	38≥95%	水筛
F-4	88	—	0.5		
F-5	—	5	0.5		
F-6	—	6	0.5		
F-7	—	5	0.5		
F-8	—	5	0.5		
F-9	—	0.7	0.5		

说明：生产中可根据用户要求调整指标

2. 碳刷专用石墨粉技术参考指标

牌号	固定碳/%　≥	挥发分%　≤	水分/%　≤	粒度
T295	95	1.2	0.3	200 目
T298	98	1	0.3	200 目
T299	99	1	0.3	200 目
T395	95	1.2	0.3	325 目
T398	98	1	0.3	325 目
T399	99	1	0.3	325 目

说明：生产中可根据用户要求调整指标

3. 粉末冶金专用石墨粉技术参考指标

牌号	固定碳/%　≥	挥发分/%　≤	水分/%　≤	粒度(325 目)/%
－399	99	1	0.3	90(筛上物)
－399.9	99.9		0.2	90(筛上物)
TF-1	99	1	0.3	70(筛下物 6μm)
TF-2	99	1	0.3	70(筛下物 10μm)

说明：生产中可根据用户要求调整指标

4. 石墨粉参考标准

<table>
<tr><th rowspan="2">指标
代号</th><th>固定碳/%</th><th>挥发分/%</th><th>水分/%</th><th>酸溶铁/%</th><th>筛余量/%</th><th rowspan="2">用途</th></tr>
<tr><th>≥</th><th colspan="4">≤</th></tr>
<tr><td>WT90-45
WT90-75</td><td>90</td><td>3.0</td><td rowspan="7">2.0</td><td>0.7</td><td rowspan="7">10</td><td rowspan="7">铅笔、电池、焊条、石墨乳剂、石墨轴承等的配料。电池炭棒等的原料</td></tr>
<tr><td>WT88-45
WT88-75</td><td>88</td><td rowspan="2">3.4</td><td rowspan="4">0.8</td></tr>
<tr><td>WT85-45
WT85-75</td><td>85</td></tr>
<tr><td>WT83-45
WT83-75</td><td>83</td><td rowspan="2">3.6</td></tr>
<tr><td>WT80-45
WT80-75</td><td>80</td></tr>
<tr><td>WT78-45
WT78-75</td><td>78</td><td rowspan="2">4.0</td><td rowspan="2">1.0</td></tr>
<tr><td>WT75-45
WT75-75</td><td>75</td></tr>
</table>

5. 石墨粉参考标准

指标 代号	固定碳/%	挥发分/%	水分/%	筛余量/%	用途
	≥	≤			
W90-45	90	3.0	3.0	10	铸造材料、耐火材料、染料、电极糊等的原料
W90-75					
W88-45	88	3.4			
W88-75					
W85-45	85				
W85-75					
W83-45	83	3.6			
W83-75					
W80-45	80				
W80-75					
W80-150					
W78-45	78	4.0			
W78-75					
W78-150					
W75-45	75				
W75-75					
W75-150					
W70-45	70	4.2			
W70-75					
W70-150					

【用途】 用作耐高温、耐腐蚀润滑剂基料，精密铸件型砂，橡胶、塑料填充料（可提高橡胶、塑料的耐磨充压性和导电性），是金属合金及粉末冶金的碳素原料，用于制作碳膜电阻、导电的干模以及配制导电液，用于制作绘图墨水的碳素原料。也用作高压蒸汽管路、高温管道连接器的垫圈涂料，还用作石墨阳极和催化剂的载体及化学反应的还原剂等。

【制法】 主要有化学提纯法和人工制造法。

（1）化学提纯法（酸处理提纯法） 将天然鳞片状石墨经过盐酸、氢氟酸化学提纯处理，再经洗涤、分离、干燥、粉碎，制得石墨粉剂。

（2）人工制造法 将可碳化又可石墨化的富碳材料，在惰性气体和催化剂的存在下，经过2600～3000℃的热解、纯化、石墨化，而制成人造石墨。

【安全性】

产品毒性：其为微细粉状物，其粉尘对人体有害。

危险特性：危规编号GB12268-90-62001，UN No.2814。

危害防护：石墨粉尘对人体有害。工作环境要通风，防止粉尘在空中积聚，减小粉尘浓度。操作人员要有劳动保护，重点要保护皮肤和呼吸系统，粉尘高的地方还要戴护目罩。工作后要洗浴更换衣服，防护用品要单独存放，经常洗澡。

包装方法：其性质相对稳定，可采用内衬聚乙烯塑料袋的聚丙烯编织袋或铁桶或塑料桶等包装，每包净重20kg、50kg等；袋口用机器密封，桶盖应加衬垫并紧固。包装外要有明显标着“防潮”、“防火”的文字和图标标识。

贮存运输：贮存在通风、干燥的库房中。远离热源与火种，防火、防水。勿与易燃物品同贮共运。搬动时要小心轻放，运输时要加盖苫布防日晒雨淋。

消防措施：失火时，可用水、砂土、干粉灭火器或石棉苫布扑救。

【生产单位】 青岛天和达石墨有限公司，青岛南墅宏达石墨制品厂，青岛申墅石墨制品厂，青岛天元石墨有限公司，青岛晨阳石墨有限公司，平度市翔宇石墨加工厂。

Aw017 石墨水剂

【别名】 石墨乳

【英文名】 graphite aqueous suspensoid; conoidal graphite in water

【结构式】 C

【物化性质】 石墨乳为高分散性纯石墨悬浮于水的乳液。主要成分为胶体状态下的石墨颗粒，一般粒度在几微米。胶体石墨附着力强，在媒剂的配合下能够牢固地黏附在金属或其他物质表面，由此而形成的涂膜层非常致密，稳定性好，热膨胀率小，具有良好的隔热性能。其他性质见石墨粉剂。

【质量标准】

1. 沪 Q/HG 11—05—80

指标名称	指标	
	S-0	S-1
固态物/%	25～27	27～29
石墨/%	20.5～22.5	22.5～24.5
灼烧残渣/% ≤	1.5	1.5
石墨颗粒度：2.3μm/% ≥	95	—
4.0μm/% ≥	—	95
浆液稳定度：		
沉降 8h 浓度降低/% ≤	7.5	—
沉降 3h 浓度降低/% ≤	—	7.5
附着力	合格	合格

2. 拉丝石墨乳主要规格及理化参考指标

性能	技术指标				主要用途
	TS-O	S-O	S-1B	S-1	
石墨含量/% ≥	14.5	17.5	19.5	21.5	是钨、钼、铼、钍等难熔金属必不可少的高温润滑剂。亦可用于金属玻璃铸型的涂膜剂和电子工业接触、电阻材料
固形分/% ≥	17.0	20.0	24.5	24.0	
固形分中灰分含量/% ≤	1.0	2.0	2.0	2.0	
8h 沉降度/% ≤	2.5	7.5	—	—	
3h 沉降度/% ≤	—	—	7.5	7.5	
附着性	合格	合格	合格	合格	

可根据用户要求调整指标

3. 锻造石墨乳主要规格及理化参考指标

品种	性能及指标			应用实例
	总固形物/% ≥	石墨含量/% ≥	稀释 20 倍 3h 沉降度	
MD-2	28	20	35	模锻、齿轮粗精锻、辊锻
MD-3	30	25	不稀释	钢水浇铸水口滑板润滑

续表

品种	性能及指标			应用实例
	总固形物/% ≥	石墨含量/% ≥	稀释 20 倍 3h 沉降度	
MD-4	35	25	不稀释	纯硅冶炼用
MD-7	40	25	40	轻合金挤压加工
MD-8	30	23	35	重型压力机模锻
MD-10	35	26	不稀释	弹头、弹壳热挤压加工
MD-15	30	23	35	锤锻

4. 玻璃纤维涂敷石墨乳主要技术参考指标

性能			指标	
			BC-A	BC-2A
石墨含量/%		≥	13	15
小于 10μm 石墨粒子/%		>	90	80
涂敷后成品耐折次数/次	径向	≥	25000	24000
	纬向	≥	15000	14000

【用途】 根据石墨乳品种的不同，用途也不同。

拉丝石墨乳，用作拉制难熔、难燃金属丝（如钨丝、钼丝等）的润滑剂；锻造石墨乳，用于高温下铸压有色金属薄件的涂膜剂，可增加润滑、减少摩擦、改善金属变形条件，同时可冷却模具、易于脱模等。也是玻璃纤维膨体纱滤料涂敷润滑材料。

此外其还用于过热蒸汽和蒸汽气缸透平螺旋桨的隔热剂；浸涂玻璃纤维热膜、导电材料、隔热材料等，以利于增加导电、高温隔热、化学惰性能力；还有照相制版工业的修整剂和特种材料在 600℃下高温加工的润滑材料。

【制法】 酸处理提纯法：将天然鳞片状石墨加盐酸、氢氟酸经过化学提纯处理，再经洗涤、分离、干燥及高压粉碎，当要求石墨粒度小于 1μm 的超细粒子时采用湿法，即将经过纯化的、固定碳达 98%～99%高碳石墨原料、分散剂与水在振动式胶体磨中处理，经分级、凝析而得小于 1μm 的石墨胶体。当要求石墨粒度小于 10μm 的微粒子时采用干法，即将经过纯化的、固定碳达 98%～99%高碳石墨原料先用高速粉碎机粉碎到小于 325 目（44μm），再用气流粉碎机粉碎而得。为了使石墨胶体粒子持续稳定地分散于水中，除添加水保护胶体外，还需添加与石墨粒子相同电荷的解胶剂、增黏剂、防腐剂等，从而制得各种用途的石墨水剂。

【安全性】
产品毒性：生产和使用过程中涉及超细粉尘，粉尘对人体有害。
危险特性：危规编号 GB12268-90-62001，UN No. 2814。
环保危害：同石墨粉相同。
危害防护：生产中涉及有机溶剂和石墨超微细粉尘，对人体有害。工作环境防止粉尘在空中积聚，减小粉尘浓度。操作人员要重点保护皮肤和呼吸系统，粉尘高的地方还要戴护目罩。工作后要洗浴更换衣服。
包装方法：石墨乳为液体物质，为防遗撒和泄漏，包装采取塑料瓶或桶。每包装净重 10kg、20kg、50kg 等；容器盖应加衬垫并紧固。包装外要有明显标着“防冻”、“防火”的文字和图标标识。
贮存运输：贮存在 5～25℃温度下的库房内。防冻、防火、远离热源，勿与易燃物同贮共运；搬动时要小心轻放；运输时防止阳光曝晒，高寒地区要有防冻措施。贮存期一年。
消防措施：失火时，可用水、砂土、干粉灭火器或石棉苫布扑救。

【生产单位】 青岛天和达石墨有限公司，

青岛南墅宏达石墨制品厂，青岛申墅石墨制品厂，上海一帆石墨有限公司，上海天越导电润滑材料有限公司。

Aw018 石墨油剂

【别名】 石墨油

【英文名】 graphite colloidal，in lubricating oil

【结构式】 C

【物化性质】 天然石墨微粒悬浮于矿物油的稳定浓缩胶体溶液，是一种润滑剂。主要成分为黏性润滑油、石墨和其共聚化合物，其他性质参见石墨粉剂。

【质量标准】

1. 沪 Q/HG 11—048—80

指标名称		指　标		
		Y-0	Y-1	Y-2
石墨/%	⩾	24	24	24
石墨灰分/%	⩽	1.0	1.5	2.0
灰分中盐酸不溶物/%	⩽	0.8	0.8	1.0
颗粒粒度：2.3μm/%	⩽	90	—	—
4.0μm/%	⩽	—	90	—
15μm/%	⩽	—	—	90
水分/%	⩽	0.1	0.1	0.1
油剂的摩擦性能		合格	合格	合格

2. 主要技术参考指标

性　　能		指标	
		LDY-1	LDY-2
石墨含量/%	⩾	25	26
石墨中灰分含量/%	⩽	1	1
灰分中不溶于盐酸物/%	⩽	0.8	0.8
大于 16μm 粒子含量/%	⩽	0.1	0.5
水分含量/%	⩽	0.1	0.1
沉淀 1h 石墨浆液浓度降低/%	⩽	14.0	—
沉淀 10min 石墨浆液浓度降低/%	⩽	—	14.0

【用途】 用作金属零件和高速转动机件的减磨润滑剂，如齿轮、轴瓦、汽缸、活塞等。是航空润滑脂和高温密封润滑脂的良好基料，能降低摩擦系数，提高润滑油承载能力，降低燃料消耗，延长机器使用寿命。在玻璃工业中用作压模的脱模剂，在机电工业中用作锌铝合金浇铸模型的脱模剂。

【制法】 石墨油的制备主要有以下两个步骤：第一步是超细粉碎，将经过纯化的、固定碳为 99%的石墨，在胶体球磨机内，进行湿式超细粉碎，使粒子达到 0.001～1μm；第二步是分散处理，将已达到超细化标准的石墨粉加入到矿物油中，为防止石墨颗粒沉淀，采用热塑性聚合物为石墨微粒载体，使其与矿物润滑油混合均匀而稳定悬浮，然后进行剧烈搅拌而得。

【安全性】

危险特性：危规编号 GB12268-90-62001，UN No. 2814。

健康危害：石墨油生产前期是粉尘的危害，后期则有可燃物品的威胁，粉尘对人体有害。

包装方法：石墨油为液体可燃物质，包装采用有罗口的铁桶。每包装净重 20kg、50kg、200kg 等；容器盖要有耐油不溶胀衬垫物并拧紧。包装外要有明显标着“可燃油品”的文字和图标标识，以及商品规定的文字说明。

贮存运输：贮存于阴凉、干燥、通风的库房内。防火、防水，远离热源和火种，勿与易燃物同贮共运；搬动时要小心轻放；运输时要防止阳光曝晒和雨淋，高寒地区要有保温措施，防止凝固。

消防措施：失火时，可用干砂土、干粉灭火器或石棉苫布扑救。其他同石墨乳剂。

【生产单位】 青岛南墅宏达石墨制品厂，上海天越导电润滑材料有限公司，青岛星远石墨乳有限公司，青岛申墅石墨制品厂，青岛鑫岳丰石墨有限公司。

Aw019 高纯石墨

【英文名】 graphite, high purity

【结构式】 C

【物化性质】 高纯石墨由于杂质少，除了仍保持石墨的基本特征外，还具有以下特征。

① 耐高温性。熔点高达3850℃，强度增加，在2000℃时强度提高一倍。

② 导电导热性。导热性超过钢、铁、铝等金属材料，而随温度升高热导率降低；电阻低，导电性比一般非金属矿高100倍。

③ 润滑性。石墨的润滑性取决于摩擦系数，其数值越小，润滑性越好。

④ 化学稳定性。在常温下抗氧化性强，耐酸碱和有机溶剂腐蚀。

⑤ 可塑性高。易于加工，可碾成很薄的透光、透气的薄片。

⑥ 防水性。具有天然疏水性能，不溶于水也不与水发生反应。

⑦ 抗热冲击性。在温度突变时，体积变化不大，不会产生裂纹。

【质量标准】

1. 高纯石墨参考技术指标

指标型号	固定碳/% ⩾	粒度/%		水分/% ⩽
		筛上物 ⩾	筛下物 ⩾	
LC50-9999	99.9	80	—	0.2
LC(—)100-9999		—	85	
LC(—)200-9999		—	90	
LC(—)325-9999		—	75或80	
LC25-999	99.99	80	—	
LC35-999		75或80	—	
LC50-999		80	—	
LC80-999		80	—	
LC(—)100-999		—	85	
LC(—)200-999		—	85	
LC(—)325-999		—	75或80	

2.《高纯石墨》JB/T 2750—2006

技术指标	G2	G3	G4
电阻率/μΩ·m ⩽	15	—	—
抗折强度/MPa ⩾	20	14	17
抗压强度/MPa ⩾	40	25	25
真密度/(g/cm^3) ⩾	2.20	2.15	2.15
体积密度/(g/cm^3) ⩾	1.65	1.55	1.55
灰分(质量分数)/% ⩽	0.010	0.025	0.100
硫含量(质量分数)/% ⩽	0.050	0.050	0.050
钙含量(质量分数)/% ⩽	—	0.006	0.030

3．高纯石墨参考技术指标

牌号	技术指标			主要用途
	固定碳/% ≥	水分/% ≤	筛余量/%	
LC50-99.9 LC300-99.9 LC180-99.9	99.90	0.20	≥80.0	柔性石墨密封材料
LC(—)150-99.9 LC(—)75-99.9 LC(—)45-99.9	99.90	0.20	≤20.0	润滑剂基料
LC(—)150-99.99	99.99	0.20	≤20.0	润滑剂基料

注：可根据用户要求调整指标。

【用途】 主要用于以下五个方面：首先其是生产高级石墨乳和石墨油的必备原料；其次在核工业中是反应堆的重要结构材料，如屏蔽和中子减速剂和反射材料；第三，用于航空航天制作润滑剂、耐热和耐摩擦材料；第四，用于半导体工业制作单晶炉器件等；第五，用于电池、电器工业制作各种电极、电刷、碳棒等。还用于冶炼高纯金属，也广泛用于冶金、机械、电子、化工、纺织、食品等工业中。

【制法】

（1）化学提纯法

① 碱熔提纯法。将石墨粉和氢氧化钠混合、熔融，熔融温度500℃，时间1h，然后水浸1h，洗涤后再进行酸浸，最后洗涤、脱水、干燥即得高纯石墨。

② 酸法提纯。将石墨与二氟化物在常压下按一定的比例混合，加热、冷却、洗涤，除去其他盐类，再用一定浓度的沸腾苏打水洗涤，除去残存的氟，即可得到高纯石墨。

（2）高温煅烧法　将石墨置于特别的电炉中，隔绝空气加热到2500℃时，石墨中的灰分杂质被蒸发出去，而石墨再结晶，得到高纯石墨。

【安全性】 环保处理同石墨粉。

健康危害：生产中粉尘对人体有害。

危险特性：危规编号GB12268-90-62001，UN No.2814。

包装方法：高纯石墨相对稳定，高热时可燃。高纯品宜采用内衬塑料袋的聚乙烯塑料桶，每包装净重20kg、50kg等，包装袋口要机器密封，桶盖要衬垫并拧紧密封。包装外要有明显标着“高纯物品”、“防火”等文字和图标标识，以及商品规定的文字说明。

贮存运输：贮存于干燥、通风的库房内，避免受潮。防火、防水，远离热源和火种，勿与易燃物同贮共运；搬动时要小心轻放；运输时要防止阳光曝晒。

消防措施：失火时，可用干砂土、干粉灭火器或石棉苫布扑救。

其他安全性：同石墨粉。

【生产单位】 青岛南墅宏达石墨制品厂，青岛天和达石墨有限公司，青岛希尤精细石墨化工有限公司，青岛腾瑞碳素有限公司，青岛达旺石墨有限公司。

Aw020 磺化煤

【英文名】 sulfonated coal

【结构式】 RSO_3H（R为烃基）

【物化性质】 黑色不规则细粒。具多孔结构，有吸水能力，吸水后体积膨胀，膨胀系数为110～115。属阳离子交换剂。其磺酸基团（$—SO_3H$）接于煤的烃基上，能与水中的阳离子如铁、铝、钙、镁、钠等进行离子交换而除去这些离子，并可用酸或钠盐再生。磺化煤的稳定性较差，最

高耐热温度不超过 40℃。

【质量标准】

1. 参考标准

指标名称		大粒	小粒
交换能力/(mol/m³)	≥	250	360
不同大小颗粒的含量/%			
0.5～1.2mm	≥	80	
0.5mm	≥	10	
0.3～0.7mm	≥		80
0.3mm	≥		10
水分含量/%		20～40	20～40

2. 参考标准

指标名称	技术参数
外观	黑色不规则颗粒
交换能力/[mmol(钙)/g(煤)]	1.6～2.0
颗粒度(0.6～2.0mm)/% ≥	90
含水量/%	20～40
膨胀度/%	1.10～1.15
pH 值适用范围	1～14
出厂形式	Na^+ 型

【用途】 一种阳离子交换树脂（阳离子交换剂）。大体分为氢型磺化煤和钠型磺化煤两类。用于锅炉软化水质，以除去钙、镁离子。纺织工业用于制造软水、水洗和印染织物，能使织物柔软、印染的织物色彩鲜艳，还能使漂白织物美观。造纸工业用于去除水中的金属阳离子，以使纸张颜色正常。可用于吸收废水中的贵金属及有机酸和制备低分子量硅酸溶液。还可作海水淡化剂，有机反应的催化剂，如催化烯酮反应、烷基化或脱烷基反应等。碳质离子交换剂由于具有不耐热、机械强度低、交换容量小和再生剂耗费大等缺点，已逐渐被有机合成离子交换树脂代替。

【制法】 磺化法：原料烟煤经粉碎、干燥、过筛为一定规格的细粒，用约 15 倍量的浓硫酸、发烟硫酸于 50～100℃下加热 5～24h，进行磺化，使煤中的烃基与磺酸根结合成—SO_3H 或 CH_3SO_3H，出料后用稀酸、清水洗涤，并加碱液中和，再经过滤、干燥、筛分，制得磺化煤成品。原料煤要求采用机械强度好，水分、灰分、硫含量低，挥发分大于 20%（质量分数）的烟煤。

【安全性】

环保危害：生产过程中有二氧化硫和工业废水，对二氧化硫可进行碱性液吸收脱硫，废水进行处理后达标排放。

危害防护：生产过程中有原料浓硫酸和碱液，要特别注意劳动保护。

包装方法：用内衬聚乙烯塑料袋的编织袋或麻袋包装，每袋净重 50kg、70kg。

贮存运输：贮存在干燥处，应防止受潮，以免膨胀。注意与金属粉末隔离，防止灰尘污染。不宜久贮，存放期以 6～12 个月为宜。

消防措施：失火时，可用水、砂土和各种灭火器扑救。

【生产单位】 巩义市嵩鑫滤材工业有限公司，安徽三星树脂科技有限公司，上海劲凯树脂有限公司，巩义市四通净水材料有限公司，河南龙兴源净水材料有限公司，巩义市多佳净水材料有限公司。

Aw021 铁蓝

【别名】 华蓝；普鲁士蓝；铁蔚蓝；密罗里蓝；柏林蓝；贡蓝；亚铁氰化铁。

【英文名】 iron blue; chinese blue; prussian blue; milori blue; berlin blue; ferric ferrocyanide

【结构式】 A101 铁蓝（钾铁蓝）

$K_xFe_y[Fe(CN)_6]_z \cdot nH_2O$

A102 铁蓝（铵铁蓝）

$(NH_4)_xFe_y[Fe(CN)_6]_z \cdot nH_2O$

A103 铁蓝（铵铁蓝）

$(NH_4)_xFe_y[Fe(CN)_6]_z \cdot nH_2O$

【物化性质】 深蓝色粉末。相对密度

1.8，不溶于水，溶于酸、碱。色光有青光和红光两种，色泽鲜艳，着色力强，遮盖力略差。粉质较坚硬，不易研磨。能耐晒、耐酸，但遇浓硫酸煮沸则分解；耐碱性弱，即使是稀碱也能使其分解，不能与碱性颜料共用。加热至 170～180℃时开始失去结晶水，加热至 200～220℃时会燃烧放出氢氰酸。成分中除有能改进颜料性能的少量附加物外，不允许含有填充料，如硫酸钡、碳酸钙。

【质量标准】

化工行业标准 HG/T 3001—1999

根据颜料的色相和结构分成三个品种，见表 1。

表 1　产品分类

型号	名称	分子式	备注
LA 09-01	铁蓝	$K_x Fe_y [Fe(CN)_6]_z \cdot nH_2O$	钾盐、铜光
LA 09-02	铁蓝	$(NH_4)_x Fe_y [Fe(CN)_6]_z \cdot nH_2O$	铵盐、铜光
LA 09-03	铁蓝	$(NH_4)_x Fe_y [Fe(CN)_6]_z \cdot nH_2O$	铵盐、无铜光

表 1 中的产品必须符合表 2 要求。

表 2　产品指标

项　　目	指　　标
颜色	接近商定样品
冲淡后颜色	接近商定样品
相对着色力	接近商定样品
60℃挥发物(质量分数)/%　≤	2～6
水溶物[①](质量分数)/%　≤	1
吸油量　≤	商定值的 110%
水萃取液酸度/mL　≤	20
易分散程度[②]/μm	20

① ISO 2495：1995（E）中水溶物要求为不超过 2.0%。

② ISO 2495：1995（E）中规定与商定样品比较，无具体指标。

【用途】 深蓝色颜料，用于油漆、油墨、绘画、蜡笔，以及涂饰漆布、漆纸、塑料制品等着色。在医疗上铊可置换普鲁士蓝上的钾后形成不溶性物质随粪便排出，对治疗经口急慢性铊中毒有一定疗效。

【制法】 黄血盐法：用黄血盐钾与硫酸亚铁在微酸性溶液中反应生成亚铁氰化亚铁的复盐，再加硫酸和氯酸钾氧化生成亚铁氰化铁与亚铁氰化钾的复盐。如用黄血盐钠来制造铁蓝，则生成的复盐要用铵来代替其中的钠，即生成亚铁氰化铁与亚铁氰化铵复盐，因此铁蓝按原料不同分为钾铁蓝和铵铁蓝两种。将以上复盐再经过滤、漂洗、干燥、粉碎，制得深蓝色铁蓝颜料。

用黄血盐钠来制造铁蓝的反应式如下：

$$FeSO_4 + Na_4[Fe(CN)_6] + (NH_4)_2SO_4 \longrightarrow Fe(NH_4)_2[Fe(CN)_6] + 2Na_2SO_4$$

$$6Fe(NH_4)_2[Fe(CN)_6] + NaClO_3 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 6Fe(NH_4)[Fe(CN)_6] + NaCl + 3H_2O + 3(NH_4)_2SO_4$$

【安全性】

毒性及危害：铁蓝燃烧后产生的氢氰酸和氨气有剧毒，人少量吸入都会晕倒和神志不清。铁蓝燃烧后产生的氢氰酸很容易爆炸。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶、纸板桶、纤维板桶或编织袋包装，每桶（袋）净重 20kg、25kg、30kg。应贮存在通风、干燥的库房中，注意防潮。不可与酸、碱及氧化剂共贮混运，应防止日光曝晒，远离火种和热源。

消防措施：失火时，可用水、砂土扑救。

【生产单位】 重庆江南化工有限责任公司，杭州天彩颜料化工有限公司，天津灯塔颜料有限责任公司，石家庄彩虹颜料公司，上海飞艳实业发展有限公司，杭州前进科技有限公司，武汉宏信康精细化工有限公司。

Aw022 群青

【别名】 云青；石头青

【英文名】 ultramarine blue

【结构式】 $Na_6Al_4Si_6S_4O_{20}$

【分子量】 862.558

【物化性质】 蓝色粉末，不溶于水。具有消除及减低白色涂料或其他白色材料中含有黄色色光的效能。耐碱、耐高温，在大气中对日晒及风雨极其稳定，不迁移，易分散，安全无毒。但不耐酸，遇酸分解变色。

【质量标准】

1. 参考标准

指标名称	指标		
	一级	二级	三级
水分/% ≤	1	1	1
细度(300目筛余物/% ≤	0.1	0.5	0.5
水溶性盐/% ≤	0.7	1.3	1.6
游离硫(S)/% ≤	0.15	0.3	0.45
色光	符合标准色差		
色力/%	为标准样品的 100±5		
变色范围(140℃)	染色牢度应符合退色样卡的三级色差		
pH值	6.5～7.5		

2. 参考标准 Q/SLH002—2004

指标名称	指标		
	一级	二级	三级
水分/% ≤	1.0	1.0	1.0
细度/% ≤	0.1	0.1	0.5
水溶性盐/% ≤	1.5	1.5	1.5
游离硫(S)/% ≤	0.1	0.15	0.3
色光	近似(与标准样品比)		
色力/%	100±5(与标准样品比)		
变色范围	200℃变色试验合格		
pH值	7～10		

【用途】 在着色方面：用于蓝色油漆、涂料、橡胶、油墨、油布、彩绘和建筑外墙刷蓝漆。在提白方面：用于油漆、针织行业、造纸、洗涤剂等。在调色方面：在黑、灰等色中掺入群青可使该色具有柔和的光泽。绘画专用：用群青粉末分别加入调和油、胶水和丙烯，可以分别制成油画、水彩画、水粉画和丙烯画颜料。群青属于矿物质颜料，透明、遮盖力弱而且明度亮，不适合画很暗的色调，却适合装饰色彩，尤其是在中国古建筑上用途很普遍。其他：群青可作全氟化树脂的防老剂、氢化裂解催化剂、从海水中吸附铀等。

【制法】 高温煅烧法：将陶土、纯碱、硫黄、木炭、硫酸钠、石英等原料混合，经分装坩埚进窑高温煅烧，出料冷却，挑选除未烧成物，经浸渍、研磨、压滤，再经干燥、粉碎，制得群青成品。其烧成反应式如下：

$$2(Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot H_2O)+2SiO_2+2Na_2CO_3+4S+C_2 \longrightarrow Na_6Al_4Si_6S_4O_{20}+3CO_2\uparrow+2H_2O+SO_2\uparrow$$

【安全性】

产品毒性：无毒。

危害及防护：吸入粉尘，表现为食欲不振，嗝气中含硫化氢，胃液酸性下降。如吞入胃内，会出现硫化氢中毒症状，肺内出现尘肺样变化。群青粉尘对人体有害，工作时需佩戴防毒口罩，车间应注意通风和除尘。工作后要洗浴更换衣服，防护用品要单独存放，经常洗澡。

包装及贮运：用内衬聚乙烯塑料袋的铁桶包装，每桶净重 25kg、50kg。贮存于通风、干燥的库房内，应注意防潮。不可与酸类物品共贮混放。失火时，可用水、砂土及各种灭火器扑救。

【生产单位】 龙口市海格瑞颜料有限公司，湖南省双鸥群青化工有限公司，北京天阳伟业颜料化工有限公司，东莞市海乐瑞化工有限公司，龙口市龙昕群青厂，山东龙口双龙化工有限公司。

Aw023 云母钛珠光颜料

【别名】 珠光粉

【英文名】 mica pearlescent pigment titanium dioxide coated; titanium-mica pearlescent pigment

【结构式】

$TiO_2/K_2O\cdot 3AlO_3\cdot 6SiO_2\cdot 2H_2O$

【物化性质】 外观为银白色粉末，可反射出五颜六色的珍珠样光泽。相对密度3.7，折射率为2.4～2.6，颜料粒子呈片状，粒径通常为10～60μm。

本品无毒、无味、无臭。具有耐光、耐热、耐硫化、耐溶剂、耐化学腐蚀的性能。溶于氢氟酸和热浓硫酸，不溶于碱、盐酸和有机溶剂；不易燃烧、不导电。

其粒子结构为层状结构，即两层二氧化钛包膜中间为云母片；二者之间不用任何黏附剂而黏附在一起。在应用介质中具有随角度转变而产生的异色性，又称多间色，即在不同角度观察呈现不同的颜色。

【质量标准】

1. 企业参考标准

指标名称		指　标
外观		银色
吸油量/(g/100g)	≥	75
颜料水分/%	≤	1.0
水溶物/%	≤	0.8
白度/%	≥	80

2. 参考标准

指标名称	指　标
粒子径/μm	5～150
粒子厚/μm	0.006～0.17

【用途】 云母钛珠光颜料是一种优良的珠光颜料，主要用于塑料、橡胶、印刷油墨、印染、涂料、化妆品、皮革、壁纸、陶瓷等产品中。为日常生活提供柔和多变的色彩，使产品和家居更显高贵华丽。在汽车、摩托车、自行车涂料的应用中，可提供良好的耐久性；在化妆品中应用无毒，色彩稳定；在塑料、橡胶制品中应用中可提高耐热稳定性；也可用于军事设备的伪装等。

【制法】 云母钛珠光颜料主要由两大成分组成，主要载体为云母，它的成分多为硅铝钾氧化物；另一大成分为二氧化钛。

云母钛珠光颜料的制备，按二氧化钛在云母片表面的沉积方法不同有如下三种。

(1) 加碱法　将云母浆液加热至适宜温度（75℃左右），在搅拌状态下加入碱，控制反应体系的pH＝12.2。逐步加入所需量的钛盐，在云母片表面沉积水合二氧化钛后，经过滤、干燥、高温900℃煅烧，使水合二氧化钛转变为锐钛型的二氧化钛，即得云母钛珠光颜料。其反应式如下：

$TiOSO_4+2H_2O\longrightarrow TiO(OH)_2\downarrow+H_2SO_4$

或　$TiCl_4+3H_2O\longrightarrow TiO(OH)_2\downarrow+4HCl\uparrow$

$H_2SO_4+2NaOH\longrightarrow NaSO_4+2H_2O$

或　$HCl+NaOH\longrightarrow NaCl+H_2O$

高温煅烧　$TiO(OH)_2\longrightarrow TiO_2+H_2O$

(2) 热水解法　在酸性条件下，加热并煮沸使钛盐溶液水解，使水合二氧化钛沉积黏附在云母片表面。云母水浆温度70℃时加入钛盐溶液，煮沸回流维持1h。经过滤、水洗、干燥后，加热至950℃煅烧半小时，可制得锐钛型二氧化钛包覆的云母钛珠光颜料。其反应式如下：

$TiOSO_4+2H_2O\longrightarrow TiO(OH)_2\downarrow+H_2SO_4$

或　$TiCl_4+3H_2O\longrightarrow TiO(OH)_2\downarrow+4HCl\uparrow$

高温煅烧　$TiO(OH)_2\longrightarrow TiO_2+H_2O$

另外还有酸溶性缓冲剂法。

【安全性】

产品毒性：云母钛珠光颜料性质稳定，无毒无害。

危险特性：危规编号：GB12268-90-62001。UN No. 2814。

健康危害：云母钛珠光颜料为粉末，其粉尘对人体有害。

防护措施：工作环境要通风，防止粉尘在空中积聚，减小粉尘浓度。操作人员要保护皮肤和呼吸系统，粉尘高的地方还要戴护目罩。工作后要洗浴更换衣服，防护用品要单独存放，经常洗澡。

包装方法：采用内衬聚乙烯塑料袋的聚丙烯编织袋或聚乙烯塑料桶包装，每包净重20kg，袋口要用机械密封，桶盖要衬垫并拧紧。

贮存运输：贮存于通风、干燥的库房内，防水、防火、远离热源与火种。搬动时要小心轻放，运输时要防日晒雨淋。

消防措施：失火时，应采用干粉、干砂土、二氧化碳或石棉布扑救。

【生产单位】 枣庄天元精细化工有限公司，汕头市龙华珠光颜料有限公司，南阳凌宝珠光颜料有限公司，清远市南岭云母开发有限公司，枣庄天元珠光颜料有限责任公司，襄樊丽珠颜料化工有限公司，昆山凯鑫颜料有限公司，瑞彩科技股份有限公司，汕尾市华侨管理区华冠颜料厂，济南海克斯化工，广州晟珠日用颜料有限公司。

Aw024 五氧化二铌

【别名】 氧化铌

【英文名】 niobium pentoxide; columbium pentoxide

【结构式】 Nb_2O_5

【分子量】 265.81

【物化性质】 白色粉末。相对密度4.47，熔点(1485±5)℃。不溶于水，难溶于酸，能溶于熔融硫酸氢钾或碱金属的碳酸盐、氢氧化物中。

【质量标准】

1. 工业级五氧化二铌行业标准 YS/T 428—2012

杂质元素	杂质含量/% ≤		
	FNb_2O_5-1	FNb_2O_5-2	FNb_2O_5-3
Ta	0.03	0.08	0.3
Ti	0.001	0.002	0.005
W	0.003	0.005	0.01
Mo	0.002	0.003	—
Cr	0.002	0.003	—
Mn	0.002	0.005	—
Fe	0.005	0.02	0.03
Ni	0.002	0.01	0.02
Cu	0.002	0.005	0.005
Al	0.002	0.002	0.01
Si	0.005	0.01	0.02
As	—	—	0.005
Sb	—	—	0.005
Pb	—	—	0.005
S	—	—	0.01
P	—	—	0.01
F^-	0.08	0.1	0.15
灼减	0.2	0.3	0.4

2. 高纯五氧化二铌行业标准 YS/T 548—2007

产品牌号		FNb_2O_5-048	FNb_2O_5-045	FNb_2O_5-04	FNb_2O_5-035
主要成分/% ≥	Nb_2O_5	99.998	99.995	99.99	99.95
杂质元素/% ≤	Ta	0.0003	0.0005	0.001	0.002
	Al	0.0001	0.0002	0.0003	0.0005
	As	0.00001	0.00005	0.0005	0.001
	B	0.00005	0.00005	0.0001	—
	Bi	0.00005	0.0001	0.0002	0.0003
	Ca	0.0001	0.0003	0.0005	—
	Co	0.00001	0.00005	0.0001	—
	Cr	0.00005	0.0001	0.0003	0.0005
	Cu	0.00005	0.0001	0.0003	0.0005
	F	0.0015	0.003	0.0075	0.01
	Fe	0.0001	0.0002	0.0005	0.0001
	K	0.0001	0.0003	0.0005	—

续表

产品牌号		FNb_2O_5-048	FNb_2O_5-045	FNb_2O_5-04	FNb_2O_5-035
杂质元素/% ≤	Mg	0.0001	0.0001	0.0002	—
	Mn	0.00005	0.0001	0.0002	0.0005
	Mo	0.00001	0.0001	0.0002	0.0008
	Na	0.0001	0.0003	0.0005	—
	Ni	0.00005	0.0001	0.0003	0.001
	Pb	0.00005	0.0003	0.0003	0.001
	Sb	0.0002	0.0006	0.001	—
	Si	0.0005	0.001	0.0015	0.003
	Sn	0.00005	0.0001	0.0001	0.0005
	Ti	0.0001	0.0001	0.0001	0.0005
	V	0.00005	0.00005	0.0001	—
	W	0.00002	0.0002	0.0003	0.0005
	Zr	0.00001	0.00005	0.0001	—

注：每批产品提供在850℃下灼烧1h的实测灼减值。

【用途】 用作拉铌酸镍单晶，制特种光学玻璃、高频和低频电容器及压电陶瓷元件。也用于生产铌铁和特殊钢需要的各种铌合金，是制取铌及其化合物的原料，还用作催化剂、耐火材料。

【制法】 焙烧法：将铌料或粗五氧化二铌经硝酸和氢氟酸混合液溶解生成氟铌酸，用强酸和甲基异丁酮有机相混合液萃取铌，再经反萃后，用氨水和氟铌酸反应生成氢氧化铌沉淀，再经洗涤、烘干及灼烧，可得精制五氧化铌。其反应式如下：

$$3Nb+5HNO_3+21HF \longrightarrow 3H_2NbF_7+5NO+10H_2O$$

$$H_2NbF_7+7NH_4OH \longrightarrow Nb(OH)_5+7NH_4F+2H_2O$$

$$2Nb(OH)_5 \longrightarrow Nb_2O_5+5H_2O$$

【安全性】

毒性及防护：职业性中毒尚没有记载。使用铌络合物的工人，上呼吸道的发病率相对高，这可能与分离出来的氟化氢和氟铌酸盐的作用有关。铌及其氧化物的最高容许浓度为$10mg/m^3$；含氟化合物通常按氟计算，即$1mg/m^3$。在粉尘含量较高的环境中工作，要戴防毒口罩，要注意通风和除尘。

包装及贮运：高纯品用双层盖聚乙烯塑料瓶包装，每瓶净重5kg，严密封口。后外套聚乙烯塑料袋置于硬箱中，用纸屑填紧，以防窜动，每箱净重20kg。工业品用双层聚乙烯塑料袋装，外套铁套，每桶净重40kg。贮存于通风、干燥处，不得露天堆放，包装应密封。运输时要防雨淋和包装破损。

失火时，可用水、砂土和灭火器扑救。

【生产单位】 宁夏东方钽业股份有限公司，北京荣露金属材料有限公司，深圳市惠尔光学材料有限公司，淄博伟杰稀土有限公司，赣州科明锐有色金属材料有限公司，青岛天拓精细化工有限公司，扬州三和化工有限公司，浏阳市亚光高新材料有限公司。

Aw025 五氧化二钽

【别名】 氧化钽

【英文名】 tantalum pentoxide; tantalum oxide

【分子式】 Ta_2O_5

【分子量】 441.89

【物化性质】 白色无色结晶粉末。在1000～1200℃时仍保持白色，进一步升高温度则变为灰色。相对密度8.2，熔点(1872±10)℃。其化学性质不活泼，它是两性氧化物，难溶于水、碱液或稀无机酸，可溶于氢氟酸、熔融氢氧化钠、氢氧化钾、硫酸氢钾和焦硫酸钾。加热时不被氯化氢或溴化氢腐蚀。在氢氟酸中，随氟化钾浓度不同可结晶出组成不同的氟钽酸钾复盐。与氯化剂作用一般生成五氯化钽，高温下与碳反应生成碳化钽。一般不能被氢气还原，但在氢气气氛中用碳还原五氧化二钽，可得一氧化钽。

【质量标准】

1. 工业五氧化二钽行业标准 YS/T 427—2012

杂质元素	杂质元素含量/% ≤		
	FTa_2O_5-1	FTa_2O_5-2	FTa_2O_5-3
Nb	0.003	0.02	0.2
Ti	0.001	0.002	0.005
W	0.001	0.003	—
Mo	0.001	0.002	0.005
Cr	0.001	0.003	—
Mn	0.001	0.002	0.005
Fe	0.004	0.01	0.03
Ni	0.002	0.005	—
Cu	0.002	0.005	—
Al	0.002	0.002	0.01
Si	0.003	0.01	0.02
F^-	0.05	0.10	0.15
灼减	0.2	0.3	0.4

2. 高纯五氧化二钽行业标准 YS/T 547—2007

产品牌号		F Ta_2O_5-045	F Ta_2O_5-04	F Ta_2O_5-035
主要成分/% ≥	Ta_2O_5	99.995	99.99	99.95
杂质元素/% ≤	Nb	0.0003	0.0010	0.0030
	Al	0.0002	0.0004	0.0005
	As	0.00005	0.0001	0.0010
	B	0.0001	0.0001	—
	Bi	0.0001	0.0002	0.0005
	Ca	0.0003	0.0005	—
	Co	0.00005	0.0001	—
	Cr	0.0001	0.0003	0.0005
	Cu	0.0001	0.0003	0.0005
	F	0.0020	0.0070	0.010
	Fe	0.0002	0.0005	0.0010
	K	0.0003	0.0005	—
	Mg	0.0002	0.0003	—
	Mn	0.0001	0.0002	0.0005
	Mo	0.0001	0.0002	0.0008
	Na	0.0005	0.0010	—
	Ni	0.0001	0.0003	0.0010
	Pb	0.0003	0.0003	0.0010
	Sb	0.0005	0.0010	—
	Si	0.0008	0.0013	0.0030
	Sn	0.0001	0.0001	0.0005
	Ti	0.0001	0.0001	0.0005
	V	0.00005	0.0001	—
	W	0.0002	0.0003	0.0005
	Zr	0.0001	0.0001	—

注：每批产品应提供在850℃下灼烧1h的实测灼减值。

【用途】 用作生产金属钽的原料，供拉钽酸锂单晶和制造高折射低色散特种光学玻璃用，化工中可作催化剂；也用于电子工业。

【制法】

（1）氟钽酸钾法 将氟钽酸钾与硫酸加热至400℃，反应物加水至沸，经充分稀释使酸化溶液水解，生成水合氧化物沉淀，再经分离、洗涤、烘干，得五氧化二钽成品。其反应式如下：

$$2K_2TaF_7+2H_2SO_4+5H_2O \longrightarrow Ta_2O_5+2K_2SO_4+14HF$$

（2）金属钽氧化法 将金属钽片溶于硝酸、氢氟酸混酸中，经萃取提纯，用氨水沉淀氢氧化钽，再经水洗、烘干、灼烧、磨细，得五氧化二钽成品。其反应式如下：

$$3Ta+5HNO_3+21HF \longrightarrow 3H_2TaF_7+5NO+10H_2O$$

$$H_2TaF_7+7NH_4OH \longrightarrow Ta(OH)_5+7NH_4F+2H_2O$$

$$2Ta(OH)_5 \longrightarrow Ta_2O_5+5H_2O$$

【安全性】

毒性及危害：属有毒物质，毒性：中毒。粉尘对呼吸道黏膜有刺激作用，长期接触粉尘易患尘肺病。钽氧化物的最高容许浓度为10mg/m³。

防护及处理：在粉尘含量较高的环境中工作，要戴防毒口罩，要防止氧化物粉尘排放，粉碎、包装工序要机械化、密闭化操作。

包装及贮运：用双层盖聚乙烯塑料瓶包装，每瓶净重5kg，严密封口后，外套聚乙烯塑料袋置于硬箱中，用纸屑填实，以防窜动，每箱净重20kg。贮存于通风、干燥处，不得露天堆放，包装要密封。运输时要防雨淋和包装破损。失火时，可用水、砂土和灭火器扑救。

【生产单位】 宁夏东方钽业股份有限公司，北京荣露金属材料有限公司，深圳市惠尔光学材料有限公司，沈阳金天源化工有限公司。

Aw026 氟钽酸钾

【别名】 七氟钽酸钾

【英文名】 potassium fluotantalate; potassium heptafluorotantalate

【结构式】 K_2TaF_7

【分子量】 392.13

【物化性质】 无色正交晶系，通常为白色针状结晶。炽热也不分解，相对密度4.56，熔点520℃。微溶于冷水、氢氟酸，能溶于热水。有毒。

【质量标准】 有色金属行业标准 YS/T 578—2006

牌号		FK2TaF7-1	FK2TaF7-2
主含量(以 Ta_2O_5)计/%		55.8～56.8	55.8～56.8
杂质含量/% ≤	C	0.002	0.0025
	Ca	0.001	—
	Cu	0.001	0.001
	Cr	0.001	0.001
	Fe	0.001	0.001
	Si	0.002	0.003
	Nb	0.002	0.003
	W	0.001	0.001
	Mo	0.001	0.001
	Mg	0.001	0.001
	Ti	0.001	0.001
	Ni	0.001	0.001
	Pb	0.001	0.001
	H_2O	0.03	0.05

【用途】 用于制金属钽和其他钽化合物。也用作催化剂、试剂。

【制法】 酸浸法：将钽铌矿粉碎后，缓慢加入盛有热浓氢氟酸与硫酸混合的酸浸槽中，将矿粉分解，所得溶液经倾析或过滤、调节酸度后，进行液液萃取分离，萃取相用甲基异丁酮（MIBK），根据酸度不同将铌、钽氟化物分离，钽的氟化物与氢氧化钾反应制得氟钽酸钾，再经冷却结

晶、离心分离，制得氟钽酸钾产品。其反应式如下：

$$2HF+TaF_5+2KOH \longrightarrow K_2TaF_7+2H_2O$$

【安全性】

毒性特性：属无机有毒品，《化学品分类和危险性公示通则》（GB 13690—2009）将该物质划为第 6.1 类毒害品。

健康危害：其粉末对呼吸道黏膜有刺激作用，长期接触粉尘易患尘肺病。

急救措施：一旦接触皮肤，要用流动清水冲洗。不慎吸入时，迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。眼睛接触，提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗，就医。

防护措施：操作中要密闭操作，局部排风。防止粉尘释放到车间空气中。操作人员佩戴自吸过滤式防尘口罩，戴化学安全防护眼镜，穿防毒物渗透工作服，戴橡胶手套。避免产生粉尘，避免与氧化剂、酸类接触，配备泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物。最高容许浓度按钽及其氧化物计为 $10mg/m^3$，钽的含氟化合物应按氟计算，即 $1mg/m^3$。

包装方法：用双层内衬聚乙烯塑料袋包装，严密封口后置于箱（桶）中，保持密封。

贮存运输：贮存于阴凉、通风的库房，远离火种、热源，防止阳光直射。应存放在无酸、碱气氛之处，不得露天堆放，严防受潮。贮区应备有合适的材料收容泄漏物。运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与酸类、氧化剂、食品及食品添加剂混运。运输时运输车辆应配备泄漏应急处理设备。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。

消防措施：本身不能燃烧。受热分解释出高毒烟雾，产生的有毒产物为氧化钾、氟化物。灭火时消防人员必须穿全身防火防毒服，在上风向灭火。灭火时尽可能将容器从火场移至空旷处。然后根据着火原因选择适当灭火剂如水、砂土和灭火器扑救。

【生产单位】 江西桂族钽铌有限公司，宁夏东方钽业股份有限公司，肇庆多罗山蓝宝石稀有金属有限公司，株洲佳华金属材料有限公司。

Aw027 硝酸钍

【英文名】 thorium nitrate

【结构式】 $Th(NO_3)_4 \cdot 6H_2O$

【分子量】 588.14

【物化性质】 无色或白色六角板状结晶。有吸湿性。易溶于水和有机溶剂，水溶液呈酸性，无水物在 500℃ 分解为二氧化钍。一般工业品含 48%～50% 的二氧化钍，呈白色蔗糖状。

【质量标准】 参考企业标准

指标名称		指　　标
硝酸钍[$Th(NO_3)_4$]/%	≥	98
碱金属类/%	≤	0.02
硫酸根(SO_4^{2-})/%	≤	0.05
镧(La_2O_3)/%	≤	0.05
氯化物(以 Cl^- 计)/%	≤	0.002
铁(Fe_2O_3)/%	≤	0.003
钛(TiO_2)/%	≤	0.05
重金属(以 PbO 计)/%	≤	0.002
铝(Al_2O_3)/%	≤	0.02
水溶解试验		合格

【用途】 大量用于生产汽灯纱罩（需加有 1% 的铈盐），是制备钍化合物的原料，如制造二氧化钍、金属钍等；并用于电真空、合成化学、耐火材料等方面。

【制法】 独居石碱溶饼硝酸法：独居石精矿与 50% 氢氧化钠于 140℃ 下分解反应 5h，碱∶矿为 1.3（质量比），后用热水稀释反应物，并在 70℃ 下保温陈化，经分离得独居石碱溶饼。将碱溶饼用硝酸全

溶，用30%磷酸三丁酯（TBP）萃取铀钍，水相为硝酸稀土溶液，可用于提取稀土。铀钍进入有机相，用纯水反萃得铀钍反萃液，经浓缩后用6%的磷酸三丁酯萃取铀，用40%TBP-煤油液萃取钍，再经反萃、浓缩、结晶，制得硝酸钍。其反应式如下：

$$RePO_4+3NaOH \longrightarrow Re(OH)\downarrow+Na_3PO_4$$

$$Th_3(PO_4)_4+12NaOH \longrightarrow 3Th(OH)_4+4Na_3PO_4$$

$$Th(OH)_4+4HNO_3 \longrightarrow Th(NO_3)_4+4H_2O$$

【安全性】

毒性危害：属放射性物质。危规编号：GB 7 类 71003，UN No.2976；IMDG CODE 第7类。按放射性物品规定贮存。

健康危害：放射性物质主要通过呼吸空气、饮水、食物和皮肤伤口进入体内造成内照射。生产场所空气中铀、钍、镭粉尘，通过呼吸道进入人体，还可通过消化道或破损的皮肤进入人体，造成对人体的内照射。

急救措施：稀土生产中受天然铀和钍放射性污染的地面和设备表面，需常用水冲洗，手与人体表面以及劳保用品可用普通肥皂、洗衣粉洗涤。结合较牢的表面污染，可先用肥皂、去污粉清洗，后用专门的洗涤剂进行清洗。

防护措施：生产人员工作时应戴口罩、防护手套及全身防护器具，如工作服、帽、鞋、围裙、套袖、护目镜等。工作人员的体表、衣物及工作场所的设备、墙壁、地面的表面污染水平，按我国“放射防护规定”执行。铀、钍粉尘最大容许浓度为 $0.02mg/m^3$，可溶性天然铀日吸入量 $<2.5mg$。

包装贮运：用两层聚乙烯塑料袋抽真空热压封口，外套铝桶，出口产品加木桶，每桶净重50kg。

【生产单位】 湖南省桃江县华通有色金属材料有限公司，包头市镧系新材料科技有限公司，上海憨稞实业有限公司，扬州洪金金属材料有限公司。

Aw028 氢化钙

【英文名】 calcium hydride; calcium dihydride

【结构式】 CaH_2

【分子量】 42.094

【物化性质】 无色斜方晶系结晶；工业品为灰色，正交晶或粉末。对湿气敏感，相对密度1.70，熔点816℃（在氢气中）。在600℃时分解为Ca和 H_2，在常温下与干燥空气、氮气、氯气均不反应，但在高温时可与上述气体发生反应，分别生成氧化钙、碳化钙、氯化钙。遇水分解同时释放出氢气，也可与乙醇反应生成氢气和乙醇钙。对金属氧化物的还原作用比氢化钠或氢化锂更为强烈。

【质量标准】

1. 参考标准1

指标名称		工业级	精制级
氢化钙(CaH_2)含量/%	≥	94	99

2. 参考标准2

项　　目		分析纯(AR)
含量(放氢量)/%	≥	97.0
碱土金属和镁		合格
氯化物/%	≤	0.005
铁/%	≤	0.01
盐酸不溶物/%	≤	0.01
重金属/%	≤	0.005

【用途】 用于粉末冶金，当加热至600～1000℃时，可与锆、铌、铪等金属氧化物还原，而得到相应的金属粉末。可作为轻便的氢气发生剂，也可用作还原剂、干燥剂、分析试剂。

【制法】 将纯度约99.5%精制钙放入铁盘，放在石英反应管的中央，在石英反应

管的两端用橡胶塞分别安装进气管和出气管，从进气管通入提纯氢气，出气管通过矿物油鼓泡器与通风橱相接。反应管用电炉加热。经提纯的氢气，开始时通入大量氢气置换出反应系统中的空气，然后用电炉加热，反应约从200℃开始，进一步加热到250～300℃，以0.6mL/min的流速通入氢气进行反应，经约2h即可完成，生成的氢化钙为多孔性灰白色结晶粉末，制得的氢化钙纯度约为99%。其反应式如下：$Ca+H_2 \longrightarrow CaH_2$

【安全性】

危险特性：化学反应活性很高，遇潮气、水或酸类发生反应，放出氢气并能引起燃烧。与氧化剂、金属氧化物剧烈反应，遇湿气和水分生成氢氧化物，腐蚀性很强。

健康危害：本品对黏膜、上呼吸道、眼和皮肤有强烈的刺激性。吸入后，可因喉及支气管的痉挛、炎症、水肿、化学性肺炎或肺水肿而致死。接触后引起烧灼感、咳嗽、喘息、喉炎、气短、头痛、恶心、呕吐等。粉尘对眼睛、鼻、皮肤和呼吸系统有强刺激作用，遇湿气或水分生成的氢氧化钙腐蚀性强。

急救措施：皮肤接触时立即脱去被污染的衣着，用大量流动清水冲洗，至少15min，就医。眼睛接触时立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少15min，就医。吸入时迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。食入时误服者用水漱口，给饮牛奶或蛋清，就医。

防护措施：可能接触毒物时，应该佩戴头罩型电动送风过滤式防尘呼吸器。必要时，建议佩戴自给式呼吸器，穿化学防护服，戴橡胶手套；工作现场严禁吸烟，注意个人清洁卫生。

包装方法：用玻璃瓶包装，每瓶净重500g，再集中于木箱内衬垫料，或用金属桶内衬聚乙烯袋，气密封口，每桶净重25kg。包装上应有明显的“防湿”和“易燃品”标志。

贮存运输：危规编号：遇湿易燃物品。GB 4.3类43020。UN No.1404。IMDG CODE 4337页，4.3类。

灭火方法：不可用水、泡沫、二氧化碳、卤代烃（如1211灭火剂）等灭火。只能用金属盖或干燥石墨、干燥白云石粉末将火焖熄。

【生产单位】 天津市北星新技术开发公司，天津市北斗星精细化工有限公司，天津市海纳川科技发展有限公司，河北科宇生物化工有限公司，天津环威精细化工有限公司，新乡市永强钙业有限公司，河北井陉县鑫阳钙业有限公司。

Aw029 氢化锂

【英文名】 lithium hydride

【分子式】 LiH

【分子量】 7.949

【物化性质】 玻璃状无色透明的固体，商品通常为灰色粉末。相对密度0.78，熔点688℃，沸点>700℃（分解）。遇光迅速变成灰色，常温下在干燥空气中不分解，与水发生分解反应变成氢氧化锂和氢气。在常温下和氯、氧、氯化氢不发生作用。在高温下可发生热分解。离解压力在500℃为0.7mmHg，850℃为760mmHg，熔化热22.59kJ/mol；溶于乙醚，不溶于苯、甲苯。

【质量标准】 参考标准

指标名称	指标
氢化锂(LiH)含量/% ≥	99.5

【用途】 用作干燥剂、氢气发生剂、有机合成还原剂等，军事上用作氢气发生来源，有机合成用作还原剂。氢化锂在有机合成中用作缩合剂、还原剂、烷基化试剂、干燥剂，同时还是很好的储氢材料。

氢化锂中的氘化锂是氢弹中聚变的氘元素的来源。

【制法】 在干燥箱中把锂放入用不锈钢制成的反应管中，加盖并抽真空，再通入氢气，在氢气压为1atm，温度为725℃下保持15h之后，在继续通氢的情况下，进行冷却，从干燥箱中取出反应物，装入氮封的瓶里，保存于暗处，制得氢化锂纯度最高为99.8%。其反应式如下：

$$2Li + H_2 \longrightarrow 2LiH$$

【安全性】

环境危害：在潮湿空气中能自燃，加热或接触水或酸类能发生放热反应，也能引起燃烧。能与氧化剂剧烈反应，密集的粉尘遇热或氧化剂接触即行爆炸。

健康危害：粉尘对皮肤黏膜有强烈的刺激与腐蚀作用。吸入后可引起喷嚏、咳嗽、呼吸困难、支气管炎，可引起鼻中隔穿孔。眼接触可致结膜炎或灼伤，可致皮肤灼伤。口服中毒出现无力、眩晕、视力模糊、恶心、呕吐等，重者昏迷、抽搐或精神障碍。

急救措施：皮肤接触时立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗，就医。眼睛接触时立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少15min，就医。吸入时迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。食入时用水漱口，给饮牛奶或蛋清，可服用氯化钠，就医

应急处理：隔离泄漏污染区，限制出入，切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防毒服，不要直接接触泄漏物。小量泄漏时避免扬尘，使用无火花工具收集于干燥、洁净、有盖的容器中，转移至安全场所。大量泄漏时用塑料布、帆布覆盖。与有关技术部门联系，确定清除方法。

防护措施：操作场所要严加密闭，提供充分的局部排风和全面通风。操作人员严格遵守操作规程，佩戴头罩型电动送风过滤式防尘呼吸器，穿聚乙烯防毒服，戴橡胶手套。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟，使用防爆型的通风系统和设备。避免产生粉尘，避免与氧化剂、酸类、醇类接触。尤其要注意避免与水接触。在氮气中操作处置。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。

包装方法：用玻璃瓶包装，包装要求密封，不可与空气接触，每瓶净重500g，再集中于木箱，内衬垫料或金属桶内衬聚乙烯袋，气密封口，每桶净重25kg。包装上应有明显的“防湿”和“易燃品”标志。

贮存运输：危规编号：遇湿易燃物品。GB 4.3类43016。UN No.1414；IMDG CODE 4348页，4.3类。贮存于阴凉、通风的库房，远离火种、热源。相对湿度保持在75%以下。应与氧化剂、酸类、醇类等分开存放，切忌混贮。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。贮区应备有合适的材料收容泄漏物。运输过程中防雨淋和日晒，防止受潮，雨天不可搬运。搬运时轻装轻卸，防止容器受损。

消防措施：失火时，只可用金属盖将火闷熄，或用干燥石墨粉、干燥白云石粉末、水泥将火闷熄。不可用水、二氧化碳、泡沫、卤代烃（如1211灭火剂）等灭火，但量极少时可用大量水扑救。

【生产单位】 河北武春高科技化工有限公司，天津市北星新技术开发公司，江西赣锋锂业股份有限公司，河北科宇生物化工有限公司。

Aw030 氢化铝锂

【别名】 四氢化铝锂；四氢铝锂

【英文名】 lithium aluminum hydride

【分子式】 H_4AlLi

【分子量】 37.9543

【物化性质】 白色或灰白色结晶粉末，熔点 140℃，密度 0.92g/cm^3，在干燥空气中稳定，在潮湿空气中水解并引起燃烧，可溶解于乙醚、四氢呋喃等有机溶剂中；可将醛酮、酸、酸酐、酯、醌、酰氯等还原为醇，将腈还原为伯胺，将卤化烃还原为烃；但通常不能使碳-碳双键氢化。纯的氢化铝锂是白色晶状固体，在 120°C 以下和干燥空气中相对稳定，但遇水即爆炸性分解。

【质量标准】 参考技术指标

指标名称	指标
外观	白色或灰白色结晶粉末
纯度/% ≥	98

【用途】 氢化铝锂用作聚合催化剂、还原剂、喷气发动机燃料，也用于合成药物。制造其他氢化物及硅烷、硼烷等。在医药、香料、农药、染料及其他精细有机合成中用作还原剂。可将醛酮、酸、酸酐、酯、醌、酰氯等还原为醇，将腈还原为伯胺，将卤化烃还原为烃，芳香硝基化合物还原成偶氮化合物。

【制法】 ① 氢化锂与无水三氯化铝在乙醚中进行反应。

$$4LiH + AlCl_3 \xrightarrow{Et_2O} LiAlH_4 + 3LiCl$$

② 高压合成法：用碱金属或氢化物、铝、高压氢在烃或醚溶剂中反应。

$$2LiH + 2Al + 3H_2 \longrightarrow 2LiAlH_4$$

③ 由氢化铝钠制取。工业合成上一般采用高温高压合成氢化铝钠，然后与氯化锂进行复分解反应。这一制备方法可以实现氢化铝锂的高产率。

$$Na + Al + 2H_2 \longrightarrow NaAlH_4$$

$$NaAlH_4 + LiCl \xrightarrow{Et_2O} LiAlH_4 + NaCl$$

其中 LiCl 由氢化铝锂的醚溶液过滤掉，随后使氢化铝锂析出，获得包含 1%（质量分数）左右 LiCl 的产品。

【安全性】

健康危害：本品对黏膜、上呼吸道、眼和皮肤有强烈的刺激性。吸入后，可因喉及支气管的痉挛、炎症、水肿、化学性肺炎或肺水肿而致死。接触后引起烧灼感、咳嗽、喘息、喉炎、气短、头痛、恶心和呕吐等。

急救措施：皮肤接触时立即脱去被污染的衣着，用大量流动清水冲洗，至少 15min，就医。眼睛接触时立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15min，就医。吸入时迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。食入时误服者用水漱口，给饮牛奶或蛋清，就医。

防护措施：可能接触毒物时，应该佩戴头罩型电动送风过滤式防尘呼吸器。必要时，建议佩戴自给式呼吸器，穿化学防护服，戴橡胶手套，工作现场严禁吸烟。工作毕，淋浴更衣，注意个人清洁卫生。

包装贮运：贮存于阴凉、干燥、通风良好的库房，远离火种、热源。库温不超过 25℃，相对湿度不超过 75%，包装密封。应与氧化剂、酸类、醇类等分开存放，切忌混贮。贮区应备有合适的材料收容泄漏物。

灭火方法：不可用水、泡沫、二氧化碳、卤代烃（如 1211 灭火剂）等灭火。只能用金属盖或干燥石墨、干燥白云石粉末将火焖熄。

【生产单位】 河北故城县渤海化工有限公司，江西赣锋锂业有限公司，天津环威精细化工有限公司。

Aw031 钴酸锂

【别名】 钴（Ⅲ）酸锂

【英文名】 lithium cobaltate；lithium cobalt oxide；lithium oxido（oxo）cobalt

【结构式】 $LiCoO_2$

【分子量】 97.873

【物化性质】 其外观呈灰黑色粉末。不溶于水。①电化学性能优越。a. 每循环一周期容量平均衰减小于0.05%；b. 首次放电比容量大于135mA·h/g；c. 3.6V初次放电平台比率>85%。②加工性能优异。③振实密度大，有助于提高电池体积比容量。④产品性能稳定，一致性好。⑤有很大的毒性。

【质量标准】 国家标准GB/T 20252—2014

产品要求外观为黑灰色粉末，颜色均一，无结块；产品的化学组成中Li、Co两种元素含量的摩尔比应在0.97～1.03之间。

化学成分		含量(质量分数)/%
主含量	Co	60.0±1.0
	Li	7.0±0.3
杂质元素	Ni	≤0.10
	Mn	≤0.03
	Mg	≤0.03
	Al	≤0.03
	Fe	≤0.03
	Na	≤0.03
	Ca	≤0.03
	Cu	≤0.03
	水分	≤0.05

其他技术要求见下表。

项　　目	指标
比表面积/(m^2/g)	0.45
pH	6～7
振实密度/(g/cm^3)	2.35
粒径大小(D_{50})/μm	8.4
X射线衍射:对照JCDS标准(16-427)	无杂相存在
首放电容量/(mA·h/g)　　>	140
每循环一周容量衰减/%　　<	0.1

【用途】 主要用于制造手机和笔记本电脑及其他便携式电子设备的锂离子电池作正极材料。

【制法】

（1）液相合成工艺　它采用聚乙烯醇（PVA）或聚乙二醇（PEG）水溶液为溶剂，锂盐、钴盐分别溶解在PVA或PEG水溶液中，混合后的溶液经过加热、浓缩形成凝胶，生成的凝胶体再进行加热分解，然后在高温下煅烧，将烧成的粉体碾磨、过筛即得到钴酸锂粉。

（2）活性钴酸锂制法　以原生钴矿石为原料制取高纯钴盐溶液在弱氧化气氛下将浓度为40～70g/L的高纯钴盐溶液与浓度为60～200g/L的沉淀剂混合反应，反应温度为40～80℃，反应时间5～60min。反应后pH值为7.2～9.5，过滤、洗涤、干燥得电池级钴盐。在弱氧化气氛下以400～830℃煅烧电池级钴盐2～7h，经粉碎制得微米或纳米级四氧化三钴。将粉碎的微米电池级碳酸锂与微米或纳米级四氧化三钴按（1～1.04）∶1的摩尔比称量配比后混合。在弱氧化气氛下以450～950℃煅烧10～20h，粉碎、分级，制得成品。

【安全性】

环境危害：通常对水体是稍微有害的，不要将未稀释或大量产品接触地下水、水道或污水系统，未经政府许可勿将材料排入周围环境。

包装方法：内包装用铝塑包装袋，热塑密封后装入外包装铁通中，每桶20kg。

贮存运输：按要求包装好的材料，可用各种方式运输，但应避免损坏包装，使产品受潮。材料适合在普通正常环境温度下贮存，内包装铝塑包装袋密封情况下无环境湿度要求。产品自生产之日起，在所要求包装条件下，保质期为2年。

【生产单位】 天津巴莫科技股份有限公司，上海杉杉科技有限公司，宁波科博特钴镍有限公司，大连宇山化工有限公司，新余市赣锋锂业有限公司，湖南瑞翔新材料股份有限公司。



B 无机矿物原料

我国化工矿山在新中国成立前十分落后，当时只开采磷矿、硫铁矿、明矾石等少数矿种，总产量只有10万吨左右，采掘作业基本以手工为主，化工所需的矿产原料大部分依赖进口。新中国成立后，随着化学工业的发展，化工矿山工业也从无到有，从小到大的得到迅速发展，形成了拥有地质、设计、科研、教育、施工队伍相配套的化学矿山行业系统，开采的矿种有磷、硫、钾、硼、芒硝、化工灰岩、天然碱、重晶石、明矾石、砷矿、钾长石、锶矿、钠硝石、膨润土、蒙皂石、金红石、蛇纹石、萤石、伊利石、硅藻土、溴、碘、镁盐等23种，大中型矿山企业基本上实现了机械化生产。磷、硫、硼、芒硝、化工灰岩、明矾石等主要化学矿产产量增长较快，基本上满足了化学工业及其他相关工业对化学矿产的需要，磷、硫、重晶石、锶、芒硝等矿产品及稀土矿产品还远销国外。

矿产资源分为金属矿产、能源矿产和非金属矿产三大类，后者即指除了前两类矿产之外的所有矿产。世界上目前已开发利用的非金属矿产已达200多种，其中包括150余种矿物和50余种岩石。我国已探明储量的非金属矿产有88种，按其工业用途大致可分为六类：化学工业原料非金属矿产(简称化工原料矿产)、建筑材料非金属矿产、冶金辅助原料非金属矿产、轻工原料非金属矿产、电气及电子工业原料非金属矿产、宝石类及光学材料非金属矿产。其中化工原料矿产指用作化学工业的原料，即用于制酸、制碱、制药、化肥等无机盐工业的矿产，一般包括磷矿、硫铁矿、自然硫矿、钾盐矿、硼矿、天然碱矿、化工灰岩矿、芒硝矿、明矾石矿、蛇纹岩矿、橄榄岩矿、天青石矿、重晶石矿、砷矿、钠硝石矿、钠盐矿、白云岩矿、硅质岩矿、沸石矿、硅藻土矿、海泡石黏土矿、伊利石矿、金红石矿、萤石矿、稀土元素矿、膨润土矿、石膏矿、地蜡矿、碘及溴等。

部分主要化工矿产的基本情况介绍如下。

我国硫源最主要的开发对象是硫铁矿。中国硫铁矿保有储量相对集中于西南、中南和华东三大区，三大区储量约占硫铁矿总储量的80%，主要集中于四川、安徽、广东、内蒙古、云南、贵州、江西、山西、河南和湖南等省（区)。其资源特点是贫矿多、富矿少，截至2006年底，硫铁矿全国共有矿产356处，分布遍及全国；而含硫35%以上的能直接利用的富矿

仅占总储量的3.3%，绝大多数集中在广东省和安徽省。此外伴生硫铁矿产地283处，主要集中于江西、陕西、甘肃、吉林、安徽、云南等省。其中，江西伴生硫铁矿硫储量居全国之首，占总伴生硫储量的27.69%。自然硫矿亦是硫源之一，在我国矿产地仅十余处，以山东省泰安地区为主，其余零星分布于青海、西藏、新疆、台湾等省（区)。世界硫资源构成中，石油与天然气中的硫占较大比重，是主要工业硫源。明矾石、重晶石、石膏等硫酸盐类矿物仅在某些硫源缺乏的少数国家和地区作硫矿资源加以利用，我国还未加以利用。

磷矿资源丰富。我国是世界主要产磷国之一，已探明磷矿产地400多处，一是贫矿多、富矿少，截至2010年，总储量168亿吨（平均品位仅16.9%)，目前真正能开采利用的仅为40亿吨，含P_2O_5＞30%的富矿仅10.8亿吨，占总储量的8.2%；二是难选矿多，易选矿少；三是磷矿石的开采难度大。在矿产地的分布上以云南、贵州、四川、湖北、湖南五省为主，5省份磷矿已查明资源储量（矿石量）135亿吨，占全国的76.7%，按矿区矿石平均品位计算，5省份磷矿资源储量（P_2O_5量）28.66亿吨，占全国的90.4%。鸟粪磷矿主要见于海南省西沙群岛等岛屿上，富含氮、有机质及可溶性磷酸盐等有益组分。我国磷矿石消费构成：磷肥约占82%，黄磷占13%，其他磷制品占5%。

钾盐矿主要矿产地位于青海柴达木盆地的现代盐湖中，并以液态钾矿为主，约占总储量的95%，共生矿产有镁盐、芒硝、钠盐，并且含硼、锂、碘和溴等元素。古代钾盐矿资源占少数，产地如云南省思茅地区勐野井钾石盐矿。我国钾盐矿产资源十分匮乏，产量甚少，供求相差悬殊，矛盾突出；从1970年开始，每年均进口数10万吨钾肥，现在已成世界第二大钾盐进口国，2008年的进口量约为324.9万吨。加拿大和俄罗斯两国的钾盐储量占到了世界总储量的75%，上述两国加上白俄罗斯、以色列和德国的储量，占世界钾盐总储量的90%。

我国硼矿资源较丰富，但可利用的储量不足、矿石品位低、分布不平衡；主要产于辽宁和吉林两省，西藏自治区和青海省的盐湖中固体硼矿亦有少量开采。矿产地在河北、内蒙古、黑龙江、江苏、浙江、湖北、湖南、广西、四川等省（区）有零星分布。世界硼矿储量分布很不平衡，土耳其、美国、俄罗斯、智利、秘鲁、阿根廷、玻利维亚和中国几乎囊括世界的全部储量。

我国芒硝矿产资源极为丰富（包括芒硝、钙芒硝、无水芒硝、白钠镁矾和卤水矿)，分布广泛，以大中型矿床为主，矿石质量优良，易于开采，分布在全国14个省区，以青海、四川、内蒙古、湖南、云南、新疆六省区最为丰富，占全国90%以上，江苏、山西、甘肃、湖北、陕西、广西、河

南、西藏也有储量丰富或新发现的芒硝资源。我国探明芒硝矿（硫酸钠）储量及生产能力均居世界前列。产量除满足自给外，尚有一定量出口。

我国重晶石资源丰富，探明储量居世界前列。大部分储量和矿产地集中在贵州、湖南、广西等省（区），矿床以大中型为主。主要产区为广西、山东、福建、贵州、湖南、湖北、四川等省（区）。中国已成为世界重晶石矿的主要生产国和出口国。主要消费国有美国、前苏联、伊朗、伊拉克、哥伦比亚、澳大利亚、印度尼西亚、德国、挪威和意大利等。

我国探明的天然碱矿储量很少，主要分布在河南省和内蒙古自治区，其次是青海省。河南省桐柏县有着“中国天然碱之都”的美誉，桐柏县的天然碱总储量达 1.5 亿吨，远景储量三亿到五亿吨，占全国天然碱储量的 80%。全世界探明经济可利用的天然碱矿仅有美国、墨西哥、土耳其、中国、南部非洲等少数地区。2003 年世界天然碱折合成碳酸钠的储量和储量基础分别为 240 亿吨和 400 亿吨，其中，美国天然碳酸钠的储量和储量基础分别为 230 亿吨和 390 亿吨，分别占世界总量的 95.8%和 97.5%。

我国钠盐矿资源非常丰富，几乎在全国各省（区）都有分布，基本是东部海盐、西部湖盐、中部井矿盐。沿海 10 个省、自治区、直辖市（上海市除外）都有不同规模的盐业生产；生产井矿盐的主要省份有江苏、江西、湖北、湖南、四川、云南等省；生产湖盐的主要省（区）有内蒙古、青海、新疆、山西、西藏等。世界上盐矿资源分布有 100 多个国家，主要产盐国有美国、中国、俄罗斯、澳大利亚、墨西哥等。美国矿盐储量最大，约占世界总资源量的 30%。

至今已发现的含稀土矿物有 250 余种，其中有工业价值的约有五六十种，目前具有开采价值的只有 10 种左右，现在用于工业提取稀土元素的矿物主要有 4 种——氟碳铈矿、独居石矿、磷钇矿和离子吸附型稀土矿。我国素有“稀土王国”之称，稀土资源十分丰富，储量大（工业储量占世界第一位）、品种全、质量高、易于开采。我国稀土分布“北轻南重”：北方稀土以内蒙包头稀土矿和四川凉山稀土矿为代表，主要含镧、铈、镨、钕等四种轻稀土；南方稀土以江西赣州、福建龙岩的稀土矿为代表，以离子吸附型稀土矿为主，主要含中重稀土。世界稀土资源主要集中在中国、美国、印度、俄罗斯、澳大利亚和加拿大等国。我国稀土产量、消费量和出口量均居世界首位，据工信部白皮书介绍，中国以 23%的稀土资源储量长期供应着全球 90%以上的市场需求。

化工矿山行业是为化学工业相关领域提供矿石原料的基础工业，是化学工业乃至国民经济中必不可少的一个重要组成部分；与化工矿产关系密切的化工产品诸多，如硫酸、硫黄、磷肥、黄磷、磷酸盐、磷化物、钾肥、硼酸、硼砂、烧碱、工业盐、食用盐、洗衣粉、洗涤剂、硫化碱、硫酸钡、

泡花碱、轻质碳酸钙、硫酸钡、硝酸钡、碳酸锶、钛白粉、砷盐、镁盐、盐酸、硝酸、氢氟酸、砷化合物、明矾、氯酸钾、纯碱、小苏打等。这些都是以化工矿产为原料生产的产品。此外，用作橡胶、塑料的填料的矿物还有硅灰石、滑石、硅藻土、绢云母、白云石、石灰石、高岭土、重晶石、膨润土、白垩、蛭石、浮石、硅石等。

随着生产和科学技术的蓬勃发展，矿产的种类越来越多，矿产的用途也愈来愈广泛，一矿多用的矿种日益增加，许多矿种跨行业应用于国民经济各个工业领域。为了适应市场经济和满足从事化学化工及有关方面的广大科技人员工作的需要，书中除了比较全面地介绍化工原料矿产以外，还介绍了一部分与化学工业关系比较密切的其他非金属矿产和金属矿产，如滑石矿、石膏矿、硅灰石矿、凹凸棒石矿、蛭石矿、锂矿、锰矿和钛矿等。

B001 硼砂

【英文名】 borax

【结构式】 $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$；$Na_2O \cdot 2B_2O_3 \cdot 10H_2O$

【物化性质】 硼砂是最常见的硼酸盐矿物之一，包括天然硼砂、斜方硼砂和三方硼砂，含 B_2O_3 36.51%、Na_2O 16.26%。脱水后称硼砂石。单斜晶系，晶形为短柱状或厚板状，集合体有土状及皮壳状块体等。颜色为白色或无色，有时略带浅灰、浅黄、浅蓝或浅绿等色。玻璃光泽或油脂光泽，性脆，条痕呈白色。硬度 2～2.5，密度 1.69～1.715g/cm^3。易溶于水，味甜略带咸。火烧时膨胀，易熔成玻璃状球体。与盐酸作用生成大量的天然硼酸和石盐。硼砂主要产于干旱地区碳酸盐型含硼盐湖的蒸发沉积物及淤泥中，与天然碱、石盐、石膏、无水芒硝、钙芒硝、钾芒硝、碳酸芒硝、方解石或钠硝石等共生。

【质量标准】 工农业用硼砂质量应符合下列国家标准《工业十水合四硼酸二钠》GB/T 537—2009

项　目	指　标	
	优等品	一等品
主含量($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$)质量分数/%　≥	99.5	95.0
碳酸盐(以 CO_2计)质量分数/%　≤	0.1	0.2
水不溶物质量分数/%　≤	0.04	0.04
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)质量分数/%　≤	0.1	0.2
氯化物(以 Cl^- 计)/%　≤	0.03	0.05
铁(Fe)质量分数/%　≤	0.002	0.005

注：硼砂外观应为白色细小结晶体。

【用途】 主要用于生产硼酸、硼砂、元素硼、硼化合物等。硼矿的化工产品是良好的还原剂、氧化剂、溴化剂以及有机合成的催化剂、塑料的发泡剂、合成烷的原料。硼在轻工业中用于制造肥皂和洗涤剂；建材工业中用于制各种玻璃、玻璃纤维；冶金工业中用于制造硼钢和作为冶金助熔剂、金属焊接剂；在航天工业中用作高能喷气燃料、火箭喷嘴、燃烧室的内衬以及真空高频电炉；在核工业中硼的同位素用作原子反应堆材料；农业上用于浸种、配制硼素农药和肥料。此外还用于医药、机械、电子、陶瓷、玻璃、纺织、制革、油漆、染料等部门。

【制法】 用露天开采法。硼砂易于粉碎、易溶于水、B_2O_3含量高、加工工艺简单。目前中国除了西藏自治区和青海省就地利用粗硼砂和钠硼解石生产少量硼砂以外，内地的绝大多数硼加工厂以硼镁石为原料生产硼砂。

【安全性】 产品包装于内衬塑料袋的编织袋内，每袋净重为 50kg。包装好的硼砂袋中都应附有质量说明书。包装袋面上按规定应涂刷牢固的标志。包装好的硼砂应贮存于干燥、清洁的仓库内，并不应与潮湿物或其他有色的物料混合堆置。运输工具必须干燥清洁，运输时应有遮盖物，以免淋雨受潮。

【生产单位】 大石桥市宏益精品化工厂，天津北光实业有限公司（美国硼砂集团授权中国华北东北地区总代理）。

B002 芒硝

【别名】 硫酸钠石；十水芒硝；格鲁勃盐

【英文名】 mirabilite；glaubers salt；sodium sulfate decahydrate

【结构式】 $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$

或 $Na_2(H_2O)_{10}[SO_4]$

【物化性质】 芒硝是一种含水的钠硫酸盐矿物，理论上含 Na_2O 19.3%、SO_3 24.8%、H_2O 55.9%。单斜晶系，晶体呈短柱状、针状、板状，集合体呈致密块状、粒状、皮壳状、纤维状等。颜色为无色、灰白、浅黄、黄棕等色。

透明～半透明，玻璃光泽，贝壳状断口，硬度 1.5～2.0，密度 1.49g/cm³。味微苦，具清凉感。易潮解，在干燥环境中可直接失去结晶水成无水芒硝。芒硝易溶于水和甘油，溶于水后呈中性。当温度低于 32.4℃时，可以从饱和硫酸钠溶液中析出芒硝晶体。产于干涸盐湖的化学沉积物中，与石膏、石盐、泻利盐、无水芒硝等共生。

【质量标准】 以天然芒硝等为原料生产的食品添加剂硫酸钠，质量应符合食品安全国家标准 GB 29209—2012。

表 1 感官要求

项目	要求	
	无水硫酸钠	十水合硫酸钠
色泽	无色或白色	无色透明或白色半透明
状态	结晶颗粒或粉末	均匀粒状晶体

表 2 理化指标

项目		指标
		无水硫酸钠
硫酸钠(Na_2SO_4)含量(以干基计)质量分数/%		99.0～100.5
铅(Pb)/(mg/kg) ≤		2
硒(Se)/(mg/kg) ≤		30
砷(As)/(mg/kg) ≤		3
干燥减量质量分数/%	无水硫酸钠 ≤	1.0
	十水合硫酸钠	51.0～57.0

注：工业品质量标准可参考“B045 无水芒硝”。

【用途】 芒硝是化学工业制取硫酸钠（俗称元明粉）、硫酸铵、硫化钠（俗称硫化碱）等的重要矿物原料。芒硝的化工产品广泛用于有机合成、橡胶、人造丝、医药、染料、造纸、纺织、皮革、玻璃、陶瓷、冶金、选矿等部门。

【制法】 对不同的芒硝有以下几种开采方法。

① 固体芒硝矿采用露天和地下水溶法开采。露天开采一般手工作业、汽车运输，一般不用选矿。其流程如下。

盐湖露天开采工艺流程：

盐湖矿→剥离（包括运输）→采矿→装袋→运输→加工产品

地下溶解法开采工艺流程：

地下矿→钻井→固井→射孔→注水→溶解→抽卤→输卤→加工→产品

② 对现代盐湖卤水芒硝矿采用“垦畦浇晒”法或滩田法开采，工艺流程如下：含芒硝卤水→进入盐田或盐畦→日晒蒸发浓缩→沉淀分离→析出含水芒硝晶体→自然脱水→工业硫酸钠→包装

【安全性】 芒硝和无水芒硝矿都散装于火车、汽车，或用船舶运输，编织袋包装、矿山交货。包装袋应有牢固清晰的标志，内容包括企业名称、产品名称、质量等级、净重等。运输、贮运过程中应防潮、防雨。

【生产单位】 眉山鹏福进出口有限公司，四川省眉山艺精芒硝有限公司，四川新星化工有限公司，四川省丹棱县华康化工有限公司，眉山市金铼化工有限公司，四川银丰化工有限公司，四川省洪雅青衣江化工有限公司，四川省眉山天和化工有限公司。

B003 滑石

【英文名】 talc；talk

【结构式】 $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$；$3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$

【物化性质】 滑石是一种富镁质层状的含水硅酸盐矿物，理论化学组成为：MgO 31.68%、SiO_2 63.47%、H_2O 4.75%。常含少量 Fe、Al 等元素。单斜晶系，通常呈叶片状、鳞片状、粒状、纤维状集合体或致密块体。颜色为白色、浅绿、浅灰、浅黄、浅褐或粉红色等，有时被杂质染成绿色、黑色或深灰色。玻璃光泽或油脂光泽，解理面呈珍珠光泽。硬度 1～1.5，是硬度最低的矿物，密度 2.7～

2.8g/cm³。具有滑腻感和润滑性，在紫外线照射下发白色荧光。有较高的电绝缘性和绝热性，耐火度高达1490～1510℃。有亲油疏水性和吸附性，纯净的滑石与强酸强碱通常都不起反应，由富含镁的基性岩碳酸盐经热液交代和超基性岩蚀变而形成。

【质量标准】 天然产出的块（粒）状滑石产品（化妆品用块滑石和工业原料滑石）应符合国家标准《滑石》GB 15341—2012。

表1 化妆品用块滑石理化性能要求

性能名称		性能指标
白度/%	≥	80.0
二氧化硅/%	≥	57.0
氧化镁/%	≥	28.0
全铁(以 Fe_2O_3计)/%	≤	1.30
三氧化二铝/%	≤	3.00
氧化钙/%	≤	1.50
烧失量(1000℃)/%	≤	7.50
酸溶物/%	≤	4.00
水溶物/%	≤	0.10
铁盐		不即时显蓝色
石棉矿物		不得检出

表2 工业原料滑石理化性能要求

理化性能		大块滑石、中块滑石			小粒滑石	
		一级品	二级品	三级品	1号	2号
白度/%	≥	90.0	85.0	75.0	80.0	75.0
二氧化硅/%	≥	60.0	57.0	45.0	54.0	45.0
氧化镁/%	≥	30.0	28.0	23.0	27.0	23.0
全铁(以 Fe_2O_3计)/%	≤	1.50	2.00	2.50	2.00	2.50
三氧化二铝/%	≤	1.50	3.00	6.00	3.00	6.00
氧化钙/%	≤	1.00	1.80	5.00	2.50	5.00
烧失量(1000℃)/%	≤	7.00	9.00	18.00	—	—

天然产出的滑石经机械加工而制成的滑石粉体产品（塑料级、橡胶级、化妆品级、医药、食品级滑石粉），质量应符合下列国家标准GB/T 15342—2012。

表3 化妆品用滑石粉的性能要求

性能名称			性能指标
白度/%		≥	80
细度	磨细滑石粉		明示粒径相应试验筛通过率≥98.0%
	微细滑石粉和超细滑石粉		小于明示粒径的含量≥90.0%
水分/%		≤	1.00
铁盐			不即时显蓝色
酸碱性			石蕊试纸呈中性反应
水溶物/%		≤	0.10
酸溶物/%		≤	4.00
烧失量(1000℃)/%		≤	7.00
石棉矿物			不得检出

注：砷、铅、汞、细菌等卫生指标应符合化妆品卫生规范的要求。

表4 涂料-油漆用滑石粉的理化性能要求

理化性能			一级品	二级品	三级品
白度/%		≥	80.0	75.0	70.0
细度	磨细滑石粉		明示粒径相应试验筛通过率≥98.0%		
	微细滑石粉和超细滑石粉		小于明示粒径的含量≥90.0%		

续表

理化性能	一级品	二级品	三级品
水分/% ≤	0.50		1.00
烧失量(1000℃)/% ≤	7.00	8.00	18.00
水溶物/% ≤	0.50		

注：其他质量要求，如刮板细度、吸油量等，由供需双方商定。

表 5　造纸用滑石粉的理化性能要求

理化性能		一级品	二级品	三级品
白度/% ≥		90.0	85.0	80.0
细度	磨细滑石粉(45μm 通过率)% ≥	98.0	96.0	95.0
	微细滑石粉和超细滑石粉	小于明示粒径的含量≥90.0%		
水分/% ≤		0.50		1.00
尘埃/(mm^2/g) ≤		0.4	0.6	1.0
水萃取液 pH 值		8.0～10.0		
烧失量(800℃)/% ≤		6.0	10.0	18.0

注：其他质量要求，如沉降速度等，由供需双方商定。

表 6　塑料用滑石粉的理化性能要求

理化性能		一级品	二级品	三级品
白度/% ≥		90.0	85.0	75.0
细度	磨细滑石粉	明示粒径相应试验筛通过率≥98.0%		
	微细滑石粉和超细滑石粉	小于明示粒径的含量≥90.0%		
水分/% ≤		0.50		1.00
二氧化硅/% ≥		60.0	57.0	45.0
氧化镁/% ≥		30.0	29.0	23.0
全铁(以 Fe_2O_3计)/% ≤		0.80	1.00	1.50
三氧化二铝/% ≤		1.00	2.00	3.00
氧化钙/% ≤		1.00	1.50	4.50
烧失量(1000℃)/% ≤		7.00	9.00	18.00
松体积密度/(g/mL)		0.55		
表观密度/(g/mL)		0.95		

注：其他质量要求，如湿白度、吸油量等，由供需双方商定。

表 7　橡胶用滑石粉的理化性能要求

理化性能		一级品	二级品	三级品
细度	磨细滑石粉	明示粒径相应试验筛通过率≥98.0%		
	微细滑石粉和超细滑石粉	小于明示粒径的含量≥90.0%		
水分/% ≤		0.50		1.00
烧失量(1000℃)/% ≤		7.00	9.00	18.00
水萃取液 pH 值		8.0～10.0		
酸溶物/% ≤		6.0	15.0	20.0

续表

理化性能		一级品	二级品	三级品
酸溶性铁(以 Fe_2O_3 计)/%	≤	1.00	2.00	3.00
铜/(mg/kg)		50		
锰/(mg/kg)		500		

表 8 电缆用滑石粉的理化性能要求

理化性能			一级品	二级品	三级品
细度	磨细滑石粉		明示粒径相应试验筛通过率≥98.0%		
	微细滑石粉和超细滑石粉		小于明示粒径的含量≥90.0%		
水分/%		≤	0.50		1.00
盐酸不溶物/%		≥	90.0	87.0	85.0
酸溶性铁(以 Fe_2O_3 计)/%		≤	0.20	0.50	1.00
烧失量(1000℃)/%		≤	7.00	9.00	18.00
磁铁吸出物/%		≤	0.04	0.07	0.10

表 9 陶瓷用滑石粉的理化性能要求

理化性能			一级品	二级品	三级品
白度/%		≥	90.0	85.0	75.0
细度	磨细滑石粉		明示粒径相应试验筛通过率≥98.0%		
	微细滑石粉和超细滑石粉		小于明示粒径的含量≥90.0%		
二氧化硅/%		≥	60.0	57.0	45.0
氧化镁/%		≥	30.0	29.0	23.0
三氧化二铝/%		≤	1.00	2.00	4.00
氧化钙/%		≤	0.50	1.00	1.50
全铁(以 Fe_2O_3 计)/%		≤	0.50	1.00	1.50
氧化钾+氧化钠/%		≤	0.40		0.50
烧失量(1000℃)/%		≤	6.00	7.00	13.00
酸溶钙(以 CaO 计)/%		≤	1.00		

表 10 防水材料用滑石粉的理化性能要求

理化性能		二级品	三级品
白度/%	≥	75.0	60.0
细度(75μm 通过率)/%	≥	98.0	95.0
水分/%	≤	0.50	1.00
二氧化硅+氧化镁/%	≥	77.0	65.0
烧失量(1000℃)/%	≤	15.0	18.0
水萃取液 pH 值	≤	10.0	—

表 11 通用滑石粉的理化性能要求

理化性能			一级品	二级品	三级品
白度/%		≥	90.0	85.0	75.0
细度	磨细滑石粉		明示粒径相应试验筛通过率≥98.0%		
	微细滑石粉和超细滑石粉		小于明示粒径的含量≥90.0%		

续表

理化性能		一级品	二级品	三级品
水分/%	≤	0.50		1.00
二氧化硅+氧化镁/%	≥	90.0	80.0	65.0
全铁(以 Fe_2O_3计)/%	≤	1.50	2.00	—
三氧化二铝/%	≤	1.50	3.00	—
氧化钙/%	≤	1.00	1.80	—
烧失量(1000℃)/%	≤	7.00	10.0	20.0

【用途】 滑石在化学工业中用作塑料、橡胶、油漆、化妆品的填料以及化肥、农药、医药的载体。还广泛用于冶金、造纸、军工、油毡、电缆、陶瓷、纺织、食品、建材、工艺雕刻等部门。

【制法】 我国滑石矿床有露天开采也有地下开采。地下开采以平峒为主，采矿方法多用自然崩落法、无底柱分层崩落法。选矿普遍采用手选、干磨空气分级。

滑石粉选矿加工原则流程如下：

原矿→手选→粗碎→中细碎→磨矿→产品（44μm）→分级→微细磨→分级→包装产品→（0～5μm）

【安全性】 滑石粉包装袋应干燥，清洁卫生，无泥砂、杂质污染，其中医药级和化妆品级滑石粉包装用袋应作灭菌预处理。

包装袋正面应涂刷产品名称、商标及质量等级，防潮、防污染、防破损，每批滑石块应附有产品合格证。滑石块贮存可库存也可露天堆放。滑石粉一般入库贮存，露天或堆棚只适宜短期存放；并且库存滑石粉应注意开窗通风，露天堆放时底部应垫隔潮板，顶部遮盖雨篷；小袋包装一律平卧堆放，层高以15～20袋为宜；集装袋包装一律单层立放。

不同品种、规格、等级的滑石块应分别堆放。无论是滑石粉还是滑石块，贮存期限均为6个月。运输车辆或船舱应清洁卫生、无积水、无异味。

【生产单位】 广西龙胜华美滑石开发有限公司，营口菱镁化工（集团）有限公司，江西奥特精细粉体有限公司，广西桂林市来生滑石制品有限责任公司，浙江省长兴金石超细粉体有限公司，海城市丹海化工石粉厂。

B004 萤石

【别名】 氟石

【英文名】 fluorite

【结构式】 CaF_2

【物化性质】 萤石是自然界最主要的含氟矿物。含F 48.67%、Ca 51.33%，有时含稀土元素钇和铈，形成钇萤石、铈萤石变种。等轴晶系，晶体多呈立方体、八面体或由其组成的聚形，集合体呈粒状、致密块状、纤维状、土状等。颜色多为黄色、绿色、蓝色、紫色或白色及玫瑰等色。加热或用阴极射线照射，颜色会发生变化。玻璃光泽，条痕白色，性脆。硬度4，密度3.18g/cm³。有的具有荧光性、磷光性、热光性或摩擦发光的现象。萤石不溶于水，能溶于硫酸、磷酸和热的盐酸及硼酸、次氯酸，并能与氢氧化钾、氢氧化钠等强碱稍起反应。主要产于热液矿脉中，在某些铅锌矿床中大量出现，与石英、方解石、重晶石、闪锌矿、方铅矿等共生，有的伴生在钨锡等多金属矿床或稀土、铁矿床带中。

【质量标准】 黑色冶金行业标准《萤石》YB/T 5217—2005。

适用于化工、冶金、建材及机械等行业用的萤石精矿、块矿和粉矿。

1. 分类与牌号

分类：萤石的牌号按萤石的生产工

艺、主要用途和化学成分分为三类：萤石精矿、萤石块矿和萤石粉矿，萤石精矿FC-97又按不同用途分为A、B、C三级。

牌号：牌号表示方法：取自英文字首，前面的F表示萤石，C表示精矿；L表示块矿；F表示粉矿。数字表示CaF_2质量百分数。

类型	牌号								
萤石精矿 FC	FC-98	FC-97A	FC-97B	FC-97C	FC-95	FC-93			
萤石块矿 FL	FL-98	FL-97	FL-95	FL-90	FL-85	FL-80	FL-75	FL-70	FL-65
萤石粉矿 FF	FF-98	FF-97	FF-95	FF-90	FF-85	FF-80	FF-75	FF-70	FF-65

2. 萤石精矿的化学成分应符合下表的规定。

牌号	化学成分/%						
	CaF_2 ≥	SiO_2 ≤	$CaCO_3$ ≤	S ≤	P ≤	As ≤	有机物 ≤
FC-98	98.0	0.6	0.7	0.05	0.05	0.0005	0.1
FC-97A	97.0	0.8	1.0	0.05	0.05	0.0005	0.1
FC-97B	97.0	1.0	1.2	0.05	0.05	0.0005	0.1
FC-97C	97.0	1.2	1.2	0.05	0.05	0.0005	0.1
FC-95	95.0	1.4	1.5	—	—	—	—
FC-93	93.0	2.0	—	—	—	—	—

3. 萤石块矿的化学成分应符合下表的规定。

牌号	化学成分/%					
	CaF_2 ≥	SiO_2 ≤	S ≤	P ≤	As ≤	有机物 ≤
FL-98	98.0	1.5	0.05	0.03	0.0005	0.1
FL-97	97.0	2.5	0.08	0.05	0.0005	0.1
FL-95	95.0	4.5	0.10	0.06	—	—
FL-90	90.0	9.3	0.10	0.06	—	—
FL-85	85.0	14.3	0.15	0.06	—	—
FL-80	80.0	18.5	0.20	0.08	—	—
FL-75	75.0	23.0	0.20	0.08	—	—
FL-70	70.0	28.0	0.25	0.08	—	—
FL-65	65.0	32.0	0.30	0.08	—	—

4. 萤石粉矿的化学成分应符合下表的规定。

牌号	化学成分/%	
	CaF_2 ≥	Fe_2O_3 ≤
FF-98	98.0	0.2
FF-97	97.0	0.2
FF-95	95.0	0.2
FF-90	90.0	0.2
FF-85	85.0	0.3
FF-80	80.0	0.3

续表

牌　　号	化学成分/%	
	CaF_2 ≥	Fe_2O_3 ≤
FF-75	75.0	0.3
FF-70	70.0	—
FF-65	65.0	—

5. 粒度要求　萤石的粒度要求应符合下表的规定

分类	萤石精矿(FC)	萤石块矿(FL)		萤石粉矿(FF)
粒度要求	通过 0.154mm 筛孔的萤石量不小于 80%	6～200mm <6mm，≤5% >200mm，≤10%	最大粒度 250mm	0～6mm

注：需方对粒度有特殊要求时，可由双方协商确定，并在合同中注明。

6. 水分含量　萤石精矿按其水分含量分为干态精矿和湿态精矿，干态精矿水分含量应不大于 0.50%，湿态精矿水分含量应不大于 10.0%。

7. 其他　萤石产品中不允许混入外来杂物。

【用途】 萤石在化学工业上是制取氟和氢氟酸的主要矿物原料，也是生产氟里昂、氟聚合物、含氟精细化学品、人造冰晶石的基础原料。还大量用于冶金、水泥、玻璃和陶瓷等部门。无色透明的大块萤石晶体可用作光学萤石和工艺萤石。

【制法】 中国已发现的萤石矿床，由于矿体多呈急倾斜脉状，延深也较大，故多数矿山采用地下开采法，或者浅部露天开采、深部地下开采。采矿方法以浅孔留矿法为主。采矿工艺流程见“磷块岩”。选矿方法一般有两种，一种是原矿经手选生产合格精矿，另一种是手选尾矿和贫矿。采用浮选法富集萤石。选矿原则流程因矿石类型而异，如石英-萤石类矿石，其原则流程如下：

原矿→破碎→磨矿→粗选→粗精选→再磨→多次精选→萤石精矿

【安全性】 干态萤石精矿用牛皮纸袋或内衬牛皮纸的塑料编织袋包装，每袋净重 50kg；亦可采用塑料编织袋包装，每袋净重 100kg，运输中防止同硫酸、盐酸、硝酸等强酸接触以免发生危险。

【生产单位】 信阳市明港百川萤石有限公司，醴陵市均楚萤石矿，江西德安实业有限公司，洛阳氟钾科技有限公司，福建建阳金石氟业有限公司，内蒙古永和氟化工有限公司，信阳金华兰矿业有限公司。

B005 沸石

【英文名】 zeolite

【结构式】 通式为 $A_mB_pO_{2p}\cdot nH_2O$，结构式为：$A_{x/p}[(AlO_2)_x(SiO_2)_y]\cdot nH_2O$，式中：A 为 Ca、Na、K、Ba、Sr 等阳离子；B 为 Al 和 Si；p 为阳离子电价；m 为阳离子数；n 为水分子数；x 为 Al 原子数；y 为 Si 原子数；y/x 通常在 1～5 之间；$(x+y)$ 是单位晶胞中四面体的个数。

【物化性质】 沸石是沸石族矿物的总称，是一种含水的碱或碱土金属铝硅酸盐矿物。全世界已发现天然沸石 40 多种，其中最常见的有斜发沸石、丝光沸石、菱沸石、毛沸石、钙十字沸石、片沸石、浊沸石、辉沸石和方沸石等。已被大量利用的是斜发沸石和丝光沸石。沸石族矿物所属晶系不一，晶体多呈纤维状、毛发状、柱状，少数呈板状或短柱状。集合体呈粒状，晶体少见。无色，白色；含杂质而染

成浅黄色、灰色等。玻璃光泽或丝绢光泽。硬度3.55～5.5，密度一般在1.9～2.3g/cm^{3}之间，含Ba、Zn的沸石可达2.8g/cm^3；脱水后密度变小。沸石具有离子交换性、吸附分离性、催化性、稳定性、化学反应性、可逆的脱水性、电导性等。沸石主要产于火山岩的裂隙或杏仁体中，与方解石、石髓、石英共生；亦产于火山碎屑沉积岩及温泉沉积中。

【质量标准】 适用于混凝土和砂浆用的天然沸石粉，质量应符合建材行业标准JG/T 3048—1998。

JG/T 3048—1998沸石粉的技术要求

技术指标		质量等级		
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
吸氨值/(mmol/100g)	≥	130	100	90
细度(80μm方空筛筛余)/%	≤	4	10	15
沸石粉水泥胶砂需水量比/%	≤	125	120	120
沸石粉水泥胶砂28d抗压强度比/%	≥	75	70	62

注：在沸石粉生产过程中，不得混入杂质和有害物质。

饲料级沸石粉的质量应符合国家标准GB/T 21695—2008。

GB/T 21695—2008饲料级沸石粉理化指标

项目		一级	二级
吸氨量/(mmol/100g)	≥	100.0	90.0
干燥失重/%	≤	6.0	10.0
砷(As)/%	≤	0.002	
汞(Hg)/%	≤	0.0001	
铅(Pb)/%	≤	0.002	
镉(Cd)/%	≤	0.001	
细度(通过孔径为0.9mm试验筛)/%	≥	95.0	

注：本品为无臭无味，具有矿物本身自然色泽的粉末或颗粒。

【用途】 沸石用作石油化工的催化剂及载体、有机合成催化剂、耐酸干燥剂、有机废气焚烧净化催化剂、化肥载体、沸石粉肥、农药颗粒剂、饲料添加剂、土壤改良剂、塑料和树脂的充填剂，用于高分子化工、橡胶、化妆品、涂料、人造革、分离空气中的氧和氮、海水提钾以及建材、电子、造纸、食品、环保水处理等。

【制法】 我国沸石矿山均为地方开采的小型露天矿，并以手工采掘为主。在选矿方面，国内进行过沸石的浮选、絮凝、重选、磁选等试验研究，已取得初步成效。

【安全性】 同“滑石”。

【生产单位】 围场满族蒙古族自治县瑞利矿产品有限责任公司，承德宝国矿业有限公司，九台市上河湾石羊沸石矿，法库县包家屯兴业沸石粉厂，法库县包家屯乡沸石矿，青岛鑫和源滤料有限公司，宁海县嘉和化工有限公司。

B006 蛭石

【英文名】 vermiculite

【结构式】 $(Mg, Fe, Al)_3[(Si, Al)_4O_{10}(OH)_2]\cdot 4H_2O$

【物化性质】 蛭石矿物的名称来自拉丁文，带有“蠕虫状”、“虫迹形”的意思，是一种层状结构的含镁的水铝硅酸盐次生变质矿物，外形似云母，通常由黑（金）云母经热液蚀变作用或风化而成，成分变化很大，常含数量不定的K、Na、Ca、Fe和Ni等。因其受热失水膨胀后呈挠曲状，形态酷似水蛭，故称蛭石。单斜晶系，通常呈片状。颜色

呈黄褐色、金黄色、青铜黄色、灰绿色，油脂或珍珠光泽。薄片具挠性，有时微具弹性。硬度 1～1.5，密度 2.4～2.7g/cm^3。灼烧时体积迅速膨胀，增大 8～25 倍，最多可达 40 倍，且呈银白色，密度减小至 0.6～0.9g/cm^3。具有很高的隔热、隔声、消声、耐冻、绝缘性能及阳离子交换能力。蛭石主要产于与伟晶岩、碱性辉石岩或碳酸盐杂岩体热液蚀变或风化作用有关的矿床中。

【质量标准】 蛭石精矿质量应符合建材行业标准 JC/T 810—2009。

型号	项目	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
1 号	膨胀后容量/(kg/m^3)	70～95	80～110	88～135	120～160	140～200
	含杂率/%	＜7	＜9	＜10	＜12	＜15
	混级率/%	＜10	＜15	＜15	＜15	＜20
	水分/%	＜6				
2 号	膨胀后容量/(kg/m^3)	70～95	80～110	95～135	120～160	140～200
	含杂率/%	＜7	＜9	＜10	＜12	＜15
	混级率/%	＜10	＜15	＜15	＜15	＜20
	水分/%	＜6				
3 号	膨胀后容量/(kg/m^3)	80～95	90～120	105～130	120～145	140～200
	含杂率/%	＜7	＜9	＜10	＜12	＜15
	混级率/%	＜10	＜15	＜15	＜15	＜20
	水分/%	＜6				
4 号	膨胀后容量/(kg/m^3)	95～110	105～125	120～140	130～180	150～200
	含杂率/%	＜7	＜9	＜10	＜12	＜15
	混级率/%	＜10	＜15	＜15	＜15	＜20
	水分/%	＜6				
5 号	膨胀后容量/(kg/m^3)	120～145	130～150	145～180	160～200	180～240
	含杂率/%	＜7	＜9	＜10	＜12	＜15
	混级率/%	＜10	＜15	＜15	＜15	＜20
	水分/%	＜6				

注：其他性能指标，可由供需双方商定。

【用途】 经灼烧膨胀后的蛭石用作橡胶和塑料的填充剂、化肥的活性载体、有机化合物的合成剂、防水蛭石涂料、冷冻剂绝缘材料以及杀菌剂、杀虫剂、消毒剂等。还广泛用于建材、冶金、纺织、造纸、机械、电力、颜料、油漆、油墨、陶瓷、石油、食品、农业、环保及交通运输等部门。

【制法】 由于蛭石矿床一般埋深不大，覆盖不厚，一般用露天开采法。且多为人工凿眼、炸药爆破。选矿方法有手选法和风选法。常用的是风选法，为提高选矿效果，在风选之前要进行破碎、筛分。

【安全性】 蛭石可以袋装也可散装。袋装可采用聚丙烯编织袋或涂塑聚丙烯编织袋，每袋净重 50kg，缝口处不得有蛭石漏出；袋上应有标志。产品出厂时应附产品合格证。不同类别和级别的产品应分别堆放和贮运，并应避免日晒、雨淋及杂物混入。

【生产单位】 新疆尉犁新隆蛭石有限责任公司，石家庄市金利矿业有限公司，灵寿县旭阳矿业有限公司，石家庄石景橙石矿业。

B007 石膏

【别名】 二水石膏；软石膏；水石膏

【英文名】 gypsum

【结构式】 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$

【物化性质】 石膏是一种含水的钙硫酸盐矿物。理论含量：CaO 32.57%、SO_3 46.5%、H_2O 20.93%，常含有硬石膏或半水石膏的混入物。单斜晶系，晶体呈板状、柱状，集合体常呈致密块状、纤维状、片状、土状或肾状。结晶特性和所含杂质不同，石膏可分为五种：透明石膏、纤维石膏、雪花石膏、普通石膏、土状石膏（亦称泥质石膏）；前三种因通常是透明或较浅颜色，又俗称为白膏，后两种因常呈深浅不同的灰色，又俗称为灰石膏或青石膏。石膏呈玻璃光泽或丝绢光泽，解理面呈珍珠光泽。性脆，硬度1.5～2，密度2.32g/cm^3。微溶于水，溶于盐酸。石膏矿床主要为蒸发沉积成因，系化学沉积作用的产物，在石灰岩、泥灰岩、粉砂岩、泥岩中可形成巨大的层状或透镜状石膏矿，共生矿物常有硬石膏、石盐等。

【质量标准】 自然界产出的天然石膏矿产品，适用于国家标准GB/T 5483—2008。

级别	品位(质量分数)/%		
	石膏(G)	硬石膏(A)	混合石膏(M)
特级	≥95	—	≥95
一级	≥85		
二级	≥75		
三级	≥65		
四级	≥55		

注：1. 产品的块度不大于400mm。如有特殊要求，由供需双方商定。

2. 天然石膏产品的附着水含量（质量分数）不大于4%。

【用途】 石膏除大量用作建筑材料和水泥原料外，广泛用于橡胶、塑料、肥料、农药、油漆、纺织、食品、医药、造纸、日用化工、工艺美术、文教等部门。在缺乏硫资源的地区，可用以制造硫酸和硫酸铵。无色透明的石膏可作光学材料。

【制法】 有露天开采也有地下开采。前者多为山坡露天，台阶式采矿；后者开采方法多数矿山采用竖井开拓或斜井开拓，并以房柱采矿法为主，其次为全面采矿法。开采工艺流程见“磷块岩”。我国绝大多数石膏矿山采用手选法，有的矿山生产矿石不加任何选别，采出矿石即为矿产品。

【安全性】 分为散装发货和包装发货两种；不同品级石膏应分别存放与装运。天然石膏产品采用内衬塑料薄膜的塑料编织袋或牛皮纸袋包装，包装要坚固、整洁，并附有产品质量合格证。散装天然石膏产品应随车提供产品的合格证。运输工具和存放场地应保持清洁，防止杂质混入。运输贮存中应防雨、防潮、防破包，严禁与农药、化肥、化学药品等混放、混运。

【生产单位】 山西省灵石（县）石膏矿，荆门石膏矿，甘肃省景泰（县）石膏矿，吉林省通化（市）石膏矿，山东省平邑（县）石膏矿，四川省峨嵋县大为石膏矿，云南省红河县迤萨镇石膏矿，三门峡市湖滨区赵家后石膏粉厂，河北正定县上策石膏厂，应城市宏基石膏制品有限公司。

B008 岩盐

【别名】 石盐；矿盐

【英文名】 halite；rock salt；fossil salt

【结构式】 NaCl，含Na 39.34%、Cl 60.66%。常含有卤水、气泡、泥质和有机质等包裹体。

【物化性质】 岩盐是钠盐矿的主要矿物之一。等轴晶系，晶体呈立方体，通常呈粒

状或块状集合体。纯者无色透明或呈白色，常含机械混入物使石盐呈各种颜色，如灰色、黄色、红色、蓝色或黑褐色等。玻璃光泽、风化面呈油脂光泽。硬度 2～2.5，密度 2.16g/cm³。易溶于水，味咸；导热性低；不导电，摩擦发光；吸湿性强，易潮解。石盐是分布最广的一种盐矿物，主要产于海相碳酸盐系、碎屑岩系沉积矿床和气候干旱的内陆盆地之干涸盐湖沉积物中，与石膏、硬石膏、杂卤石、光卤石、钾石盐、钙芒硝等共生。

【质量标准】 工业用的日晒工业盐、精制工业盐，质量应符合国家标准 GB/T 5462—2003。供食用的精制盐、粉碎洗涤盐及日晒盐，质量应符合国家标准 GB 5461—2000。食用盐的卫生标准见国家标准 GB 2721—2003。

表 1　工业盐的化学指标（GB/T 5462—2003）

指　标		日晒工业盐			精制工业盐		
		优级	一级	二级	优级	一级	二级
氯化钠/%	≥	96.00	94.50	92.00	99.10	98.50	97.50
水分/%	≤	3.00	4.10	6.00	0.30	0.50	0.80
水不溶物/%	≤	0.20	0.30	0.40	0.05	0.10	0.20
钙镁离子/%	≤	0.30	0.40	0.60	0.25	0.40	0.60
硫酸根离子/%	≤	0.50	0.70	1.00	0.30	0.50	0.90

注：工业盐外观为白色晶体或微黄色、青黄色，无与产品有关的明显外来杂物。

表 2　食用盐的化学指标（GB 5461—2000）

指　标		精制盐			粉碎洗涤盐		日晒盐	
		优级	一级	二级	一级	二级	一级	二级
物理指标	白度/度 ≥	80	75	67	55		55	45
	粒度/% ≥	0.15～0.85mm			0.5～2.5mm		0.5～2.5mm	1.0～3.5mm
		85	80	75	80		85	70
化学指标（湿基）/%	氯化钠 ≥	99.10	98.50	97.00	97.00	95.50	93.20	91.00
	水分 ≤	0.30	0.50	0.80	2.10	3.20	5.10	6.40
	水不溶物 ≤	0.05	0.10	0.20	0.10	0.20	0.10	0.20
	水溶性杂质 ≤	—	—	2.00	0.80	1.10	1.60	2.40
卫生指标/(mg/kg)	铅(以 Pb 计) ≤	1.0						
	砷(以 As 计) ≤	0.5						
	氟(以 F 计) ≤	5.0						
	钡(以 Ba 计)① ≤	15.0						
碘酸钾/(mg/kg)	碘(以 I 计)	35±15(20～50)						
抗结剂/(mg/kg)	亚铁氰化钾(以 $[Fe(CN)_6]^{4-}$ 计) ≤	10.0						

① 此项测定只限于以天然含钡卤水为原料制得的食用盐。

注：食用盐的感官指标为白色，味咸，无异味，无明显的与盐无关的外来杂物。

表 3　食用盐的卫生标准
（GB 2721—2003）

项　　目	指标
氯化钠（以干基计）/(g/100g)　≥	97
水不溶物/(g/100g)	
普通盐　≤	0.4
精制盐　≤	0.1
硫酸盐（以 SO_4^{2-} 计）/(g/100g)　≤	2
亚硝酸盐（以 $NaNO_2$ 计）/(mg/kg)　≤	2
总砷(以 As 计)/(mg/kg)　≤	0.5
铅(Pb)/(mg/kg)　≤	2
铜(Cu)/(mg/kg)　≤	2
镉(Gd)/(mg/kg)　≤	0.5
总汞(Hg)/(mg/kg)　≤	0.1
钡(Ba)/(mg/kg)　≤	15
氟(F)/(mg/kg)　≤	2.5
碘(I)①	按 GB 14880 执行

① 仅适用于强化碘的食用盐。

注：食用盐的感官要求为白色，味咸，无异味，无明显的与盐无关的外来异物。

【用途】 岩盐主要用作食用盐（即调味剂）及食物防腐剂，一部分用于牧业饲料；也是重要的化工原料，用以制碱、盐酸和氯气等，又可提炼金属钠。

【制法】 岩盐的开采方法有矿井法和水溶法，前者又可分为露天开采和地下开采（采矿方法以房柱法为主）；采出的矿石如盐质纯净，可直接粉碎加工成工业用及食用盐，若品位低可将盐矿中所含氯化钠溶化，然后再结晶加工为成品。水溶开采法包括硐室水溶法和钻井水溶法，后者又分为单井对流、双井对流、水力压裂、油热法等。水溶开采法一般工艺流程如下：

矿山→钻井→固井→水溶岩盐成卤→压卤→输卤→蒸发结晶→包装→入库

【安全性】 工业盐分袋装与散装两种，每袋重 50kg；产品存放要妥善苫封，保持清洁、干燥，防止受潮。食用盐用内衬食品塑料袋的纸箱、编织袋、麻袋包装；小包装每袋净重 500g 或 1000g，编织袋、麻袋装每袋净重 25kg 或 50kg；包装好的食用盐应附质量合格证；销售的食用盐小包装标志应按 GB 7718 执行。工业盐和食用盐的运输工具必须清洁、干燥，禁止与能导致盐质污染的货物混装；运输时应有遮盖物，防止雨淋、漏撒及其他杂物混入。

【生产单位】 宁夏回族自治区盐池县惠安堡盐场，湖南省澧县盐井镇湘澧盐矿，新疆维吾尔自治区哈密地区七角井盐化总厂，四川省（荣县长山乡）自贡市长山盐矿，湖北省应城市三合区盐矿，云南省禄丰县（元永井）一平浪盐矿，江西省清江县洋湖乡宜春地区盐矿，内蒙古兰太实业股份有限公司，潍坊西贝嘉化工有限公司，山东莱央子盐场，青海省格尔木市盐化总厂。

B009 雄黄

【别名】 鸡冠石

【英文名】 realgar

【结构式】 AsS 或 As_4S_4，含 As 70.1%，S 29.9%。

【物化性质】 雄黄是砷硫化物矿物之一。单斜晶系，单晶体呈细小的柱状、针状，但少见；通常为致密粒状或土状块体。橘红色，条痕呈浅橘红色。金刚光泽，断口为树脂光泽。硬度 1.5～2，密度 3.5～3.6g/cm³。用炭火加热，会冒出有大蒜臭味的白烟。置于阳光下曝晒，会变为黄色的雌黄（As_2S_3）和砷华，不溶于水和盐酸，可溶于硝酸，溶液呈黄色。雄黄主要产于低温热液矿床中，常与雌黄、辉锑矿、辰砂共生；产于温泉沉积物和硫质火山喷气孔内沉积物的雄黄，常与雌黄共生。

【质量标准】 化工、冶金、医药、军工等部门所使用的雄黄矿产品质量应符合国家标准 GB 17513—1998。

表 1 雄黄块矿产品技术指标

项目		优等品	一等品		合格品	
			1	2	1	2
雄黄(As_2S_2)含量/%	≥	90.0	85.0	80.0	70.0	60.0
三氧化二砷(As_2O_3)含量/%	≤	1.0	—			
水分(H_2O)/%	≤	3.0				

注：1. 除水分外，各组分含量以干基计。
2. 三氧化二砷指标为医药用原料的要求，其他用途不作要求。
3. 雄黄块矿外观为深红色或橘红色。

表 2 雄黄精矿产品技术指标

项目		优等品	一等品	合格品
雄黄(As_2S_2)含量/%	≥	90.0	85.0	80.0
三氧化二砷(As_2O_3)含量/%	≤	1.4	—	
水分(H_2O)/%	≤	14.0		

注：1. 除水分外，各组分含量以干基计。
2. 三氧化二砷指标为医药用原料的要求，其他用途不作要求。
3. 雄黄精矿外观为橙黄色。

【用途】 砷矿物主要用于提炼元素砷、制造砷酸和砷的化合物，如砷酸钙、砷酸钠、砷酸铅等。在冶金工业中用于炼制砷合金；砷铅合金在军事工业中用以制造子弹头、军用毒药和烟火；砷铜合金和砷铅合金等用于制造雷达零件和汽车；在轻工业中用以制造乳白色玻璃、玻璃脱色、浸洗羊毛、制革药剂以及用于木材防腐；在农业上用作杀虫剂、除草剂、灭鼠药等含砷农药；在医药工业上可作药物及强刺激剂，高品位的雄黄和雌黄矿石可直接作中药，砷华制品的药物名称叫砒霜。雄黄精矿粉可用于制造鞭炮、烟花和蚊香等。

【制法】 采用地下开采，竖井和斜井联合开拓。采矿方法采用空场采矿法。地下开采工艺流程见“磷块岩”，选矿方法为浮选法。湖南雄黄矿为了充分利用贫矿资源，做了浮选法试验，选矿流程为一段磨矿（小于 200 目达 65%）、一次粗选、一次扫选，精矿品位达 93.83%以上。

【安全性】 三废处理 尾矿水含砷高，加石灰水中和吸附后方能排放。块状矿优等品用木箱（规格：630mm × 330mm × 230mm）内衬牛皮纸包装，块状矿一等品和合格品均用双层麻袋包装；浮选精矿产品用覆膜编织袋（GB 8947）包装。包装箱封箱用铁钉钉合，包装袋口折叠后用机械或手工缝合，针距不大于 10mm，严密不漏。包装件上应标明产品说明书。矿产品包装后用车、船运输，在运输过程中应防晒、防潮、防包装破损。每批矿产品都应附质量说明书。矿产品应贮存于仓库，并且通风要良好，防止受潮。雄黄、雌黄矿产品系硫化矿物，应避免与强氧化剂混贮、混运。雄黄为微毒产品，在装卸和采样时应采取必要的防护措施。

【生产单位】 湖南省石门县磺厂镇湖南雄黄矿，石门县界牌雄黄矿，贵州省思南县大河坝雄黄厂，广西壮族自治区宾阳县宾州镇大马，白花砷矿。

B010 雌黄

【英文名】 orpiment

【结构式】 As_2S_3，含 As 60.98%，S 39.02%。

【物化性质】 雌黄是砷硫化物矿物之一。单斜晶系，晶体呈短柱状、板状，集合体呈片状、杆状、粉末状或具放射状构造的肾状等。颜色呈柠檬黄色（略带绿色），条痕鲜黄色，油脂光泽至金刚光泽。薄片透明具挠性。硬度 1.5～2，密度 3.4～3.5g/cm^3，不导电。木炭上烧之易熔，火焰呈蓝色，发白烟且有蒜臭味。易熔于氢氧化钾且无残留物。主要产于低温热液矿床，常与雄黄、辉锑矿、白铁矿、石英等共生。

【质量标准】 化工、冶金、医药、军工等部门所使用的雌黄矿产品质量应符合国家标准 GB 17513—1998。

表 1　雌黄块矿产品技术指标

项　　目		优等品	一等品	合格品
雄黄(As_2S_3)含量/%	≥	90.0	80.0	70.0
水分(H_2O)含量/%	≤	3.0		

注：1. 除水分外，各组分含量以干基计。
2. 雄黄块矿外观为柠檬黄色或亮紫色。

表 2　雌黄精矿产品技术指标

项　　目		优等品	一等品	合格品
雄黄(As_2S_3)含量/%	≥	90.0	85.0	80.0
水分(H_2O)含量/%	≤	14.0		

注：1. 除水分外，各组分含量以干基计。
2. 雄黄精矿外观为柠檬黄色。

【用途】 同“雄黄”。

【制法】 同“雄黄”。

【安全性】 同“雄黄”。

【生产单位】 同“雄黄”。

B011 磷块岩

【别名】 碳氟磷灰岩

【英文名】 phosphorite；phosphate rock

【结构式】 $Ca_{10}(P.C)_6(O.F)_{26}$

【物化性质】 磷块岩是一种以碳氟磷灰石为主要矿物组分的沉积磷矿，理论含 P_2O_5 37.05%。脉石矿物有石英、玉髓、方解石、白云石、水云母、高岭石、海绿石及有机质等。颜色呈黄褐、绿褐、浅灰、深灰或黑色。硬度 2～4，密度 2.8～3.0g/cm^3。碳氟磷灰石有两种形态：一种是具有微细晶粒或隐晶质呈草莓状、葡萄状、皮壳状的集合体，另一种为非晶质或显微隐晶质呈胶体外貌的集合体，俗称“胶磷矿”，后者是磷块岩中最主要的一种形态。碳氟磷灰石用肉眼很难辨认，若在磷块岩上滴上含钼酸铵的硝酸溶液，则出现姜黄色的磷钼酸铵沉淀。海相沉积的磷块岩往往矿床规模巨大，具有很大的工业开采价值。

【质量标准】 钙镁磷肥用硅镁质半自熔性磷矿石，质量应符合化工行业标准 HG/T 2274—1995。

HG/T 2274—1995《钙镁磷肥用硅镁质半自熔性磷矿石》

项　　目		指标(合格品)		
五氧化二磷(P_2O_5)含量/%	≥	18.0	16.5	15.5
氧化镁(MgO)含量/%	≥	3.5	4.5	4.5
二氧化硅(SiO_2)含量/%		12.0～32.0		
氧化铝(Al_2O_3)含量/%	≤	3.0		
粒度/mm		15～100(小于 15mm 不超过 5%)		

注：1. 各组分含量均以干基计。
2. 未加工的矿石粒度指标，可由供需双方协商议定。
3. 电炉法和旋风炉法等用磷矿石技术指标，可由供需双方参照本标准议定。
4. 本标准适用于电炉法生产黄磷用磷矿石。

酸法加工用磷矿石，质量应符合化工行业标准 HG/T 2673—1995。

HG/T 2673—95《酸法加工用磷矿石》

指标名称		优等品		一等品		合格品
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	
五氧化二磷(P_2O_5)含量/%	≥	34.0	32.0	30.0	28.0	24.0
氧化镁(MgO)/五氧化二磷(P_2O_5)/%	≤	2.5	3.5	5.0	10.0	
三氧化二物(R_2O_3)/五氧化二磷(P_2O_5)/%	≤	8.5	10.0	12.0	15.0	
二氧化碳(CO_2)含量/%	≤	3.0	4.0	5.0	7.0	

注：1. 水分以交货地点计，含量应小于或等于 8.0%。

2. 除水分外各组分含量均以干基计。

3. 当指标中仅 MgO/P_2O_5 或 R_2O_3/P_2O_5 一项超标，而另一项较低时，允许 MgO/P_2O_5 的指标增加（或减少）0.4%，但此时 R_2O_3/P_2O_5 指标应减少（或增加）0.6%。

4. 什邡式磷矿石合格品的五氧化二磷（P_2O_5）含量应大于或等于 26.0%。

5. 合格品中杂质含量要求按合同执行。

6. 本标准适用于生产磷酸、磷铵、重过磷酸钙、硝酸磷肥及过磷酸钙等产品用磷矿石。

7. 本标准中合格品只适用于生产过磷酸钙用磷矿石。

钙镁磷肥用磷矿石，质量应符合化工行业标准 HG/T 2675—1995。

HG/T 2675—1995《钙镁磷肥用磷矿石》

项　　目		优等品	一等品	合格品
五氧化二磷(P_2O_5)含量/%	≥	28.0	24.0	20.0
氧化镁(MgO)含量/%	≥	—		1.0
三氧化二物(R_2O_3)含量/%	≤	4.0	8.0	—
粒度/mm		15～100(小于 15mm 不超过 5%)		

注：1. 各组分含量均以干基计。

2. 五氧化二磷含量大于或等于 19.0%、18.0%、17.0%，对应的氧化镁含量分别大于或等于 3.0%、5.0%、7.0%的磷矿石可作为合格品。

3. 电炉法和旋风炉法等用磷矿石技术指标，可由供需双方参照本标准议定。

4. 本标准适用于高炉法生产钙镁磷肥用磷矿石。

【用途】 磷矿石的 80%～90%用于制造磷肥，常见的品种有：普遍过磷酸钙、重过磷酸钙、钙镁磷肥、硝酸磷肥、磷酸铵、沉淀磷酸钙（磷酸二钙）、磷矿粉肥及其他含磷复合肥料。其余用以制造黄磷、赤磷、磷酸、磷化物及其他磷酸盐；这些产品广泛用于化工、医药、食品、国防、染料、洗涤剂、火柴、制糖、冶金、纺织、玻璃、陶瓷、农药、饲料、水处理等部门。

【制法】 磷矿一般多数采用地下开采法，部分大型磷矿用露天开采法。也有上部为露天开采，下部为地下开采的磷矿山。地下开采采用的采矿方法主要有房柱采矿法、无底柱分段崩落法、浅孔留矿法等。

露采一般工艺流程如下：地表剥离岩石→分阶段采矿→矿石装车→矿山内部运输→矿石破碎→矿仓或堆场

坑采一般工艺流程如下：开掘“开拓井巷”→掘进“采准巷道”→掘进“切割巷道”→分中段回采矿石→放矿装车→井

下运矿出地面→矿石破碎→矿仓或堆场

浮选是磷矿石最主要的选矿方法。根据沉积型磷块岩矿石中所含脉石矿物的量及其种类的不同，可将其分为硅质型、钙（镁）质型及过渡型（即硅钙质型和钙硅质型）三种矿石类型。硅质磷块岩矿石中的脉石矿物（主要为石英）与磷矿物的可浮性有较大差异，故可直接浮选磷矿物。过渡型磷块岩矿石中的脉石矿物包含碳酸盐矿物和硅质矿物，这类矿石既可用正浮选法直接浮选磷矿物，也可用反浮选法脱除碳酸盐脉石，或者正浮选和反浮选两种方法联合使用。钙（镁）质型磷块岩矿石中主要矿物为碳酸盐矿物，可采用焙烧-消化（或再加擦洗分级、浮选）的流程进行处理（目前尚无生产矿山）。擦洗-脱泥-浮选流程用于风化严重并含黏土较多的磷块岩矿石，如云南滇池周围的地表风化磷矿。一般浮选工艺流程如下：

原矿→破碎→磨矿→分级→浮选→浓缩→过滤→干燥→矿仓

【安全性】 磷矿石都是散装于火车、汽车或轮船内运输的。磷精矿如散装需盖篷布。每批矿产品按规定都应附质量说明书。不同批的磷矿产品应该分别堆放，并且四周要保持清洁，不可与有色金属矿砂混存。消防时可用水。

【生产单位】 翁福磷矿肥基地，荆襄磷化工集团公司，宜昌磷化工集团公司，江西省上饶县朝阳磷矿，宁夏自治区银川市贺兰山磷矿，新疆自治区哈密（市）磷矿，湖北柳树沟矿业集团，云南磷化集团有限公司，德阳昊华清平磷矿有限公司，贵州黔福瑞兴业科技有限公司。

B012 磷灰石

【英文名】 apatite

【结构式】 $Ca_5(PO_5)_3(F、Cl、OH)$

【物化性质】 磷灰石按附加阴离子的种类可分为氟磷灰石、氯磷灰石、羟磷灰石，有时附加阴离子以 CO_3^{2-} 为主，则称碳磷灰石，其中以氟磷灰石最为常见，理论含 P_2O_5 42.06%、CaO 55.38%。六方晶系，晶体常呈六方柱状，集合体呈块状、粒状或结核状等。因含杂质不同颜色各异，有灰绿、淡绿、蓝绿、蓝紫、淡红、红褐、黄色等，纯者无色透明，以淡绿和灰绿较常见。玻璃光泽，断口呈油脂光泽，条痕为白色。硬度 5，密度 3.18～3.41g/cm^3。不溶于水，加热后发出磷光，摩擦时发出毛皮烧焦似的臭味。磷灰石是一种在地壳中分布很广的磷酸盐矿物，在内生、外生和变质作用中均可形成，自然界中的磷约有 95%集中在磷灰石中。

【质量标准】 见“磷块岩”。

【用途】 见“磷块岩”。此外，氟磷灰石晶体是理想的激光发射材料，已用于磷酸盐玻璃激光器；还可用作同位素分离的离子交换剂。磷矿中伴生的钒、钛、铁、稀土、锶、铀、碘、氟等元素达到一定含量时可综合回收利用。

【制法】 开采方法及工艺流程同磷块岩。由于岩浆岩型磷灰石矿和变质岩型磷灰岩矿中的磷矿物嵌布粒度较粗，可浮性好，故可用正浮选法直接获取磷矿物，另可用磷选法回收矿石中的铁矿物。一般选矿流程同磷块岩。河北省承德市马营磷矿为岩浆岩型磷灰石矿，其浮选流程为一次粗选、一次扫选、两次精选；浮选泡沫产品即为磷精矿；中矿经磁选得钒铁精矿。

【安全性】 同“磷块岩”。

【生产单位】 同“磷块岩”。

B013 黄铁矿

【英文名】 pyrite

【结构式】 FeS_2

【物化性质】 黄铁矿是硫铁矿石中的主要含硫矿物，理论含 S 53.45%、Fe

46.55%。常含钴、镍，有时含铜、金和银。等轴晶系，晶体常呈立方体或五角十二面体，集合体常呈致密块状、粒状或浸染状。颜色为浅黄铜色或金黄色，条痕为绿黑或黑色，金属光泽，性脆，参差状断口，硬度 6～6.5，密度 4.9～5.2g/cm^3。具有弱导电性，不溶于水和稀盐酸，溶于硝酸并有硫黄析出。在火上烧时产生蓝色火焰并发出刺鼻的二氧化硫臭。黄铁矿是地壳中分布最广的硫化物，可在各种地质作用中形成；在石灰岩、火山岩和煤层中可单独形成矿床；也常与铜、铅、锌等有色金属共生，形成多金属硫铁矿床。

【质量标准】 硫铁矿块矿产品质量标准 HG/T 2786—2009。

表 1 硫铁矿技术指标

指标名称		优等品		一等品	合格品	
		优-Ⅰ	优-Ⅱ		合-Ⅰ	合-Ⅱ
有效硫(S)含量/%	≥	38	35	28	25	22
砷(As)含量/%	≤	0.05		0.10	0.15	
氟(F)含量/%	≤	0.05		0.10		
锌(Pb+Zn)含量/%	≤	1.0				
碳(C)含量/%	≤	2.0		3.0	5.0	

注：1. 各组分含量均以干基计。

2. 合格品-Ⅱ产品标准仅适用于煤系岩层硫铁矿。

3. 多金属硫铁矿中砷的技术指标按合同执行。

4. 水分是计量依据，技术指标由供需双方议定。

5. 粒度应小于或等于 250mm。

表 2 硫精矿技术指标

项 目		优等品		一等品	合格品
		优-Ⅰ	优-Ⅱ		
有效硫(S)含量/%	≥	48	45	38	28
砷(As)含量/%	≤	0.05		0.07	0.10
氟(F)含量/%	≤	0.05		0.07	0.10
锌(Pb+Zn)含量/%	≤	0.5		1.0	
碳(C)含量/%	≤	1.0		2.0	

注：1. 各组分含量均以干基计。

2. 多金属硫精矿中砷的技术指标按合同执行。

3. 水分是计量依据，技术指标由供需双方议定。

【用途】 硫铁矿石的 85%以上用于制造硫酸，其次提炼硫黄。黄铁矿当伴生的铜、铅、锌、银、金、钴、镍等元素达到一定含量时可综合回收利用。

【制法】 大多数中小型硫铁矿山用地下开采法，主要采矿方法是分段崩落法。少数矿床埋藏较浅的大型矿山用露天开采法。坑采一般工艺流程和露采一般工艺流程与“磷块岩”相同。选矿方法主要有浮选法、重选法和磁选法。一般选矿工艺流程同

"磷块岩"。单一硫铁矿、多金属硫铁矿及含炭质较少的煤系硫铁矿一般采用磨矿-分级-浮选流程；含炭质和黏土较多的煤系硫铁矿采用重选-浮选或浮选-重选联合流程。

【安全性】 硫铁矿在地下开采过程中必须加强通风和防尘管理工作，随时掌握采矿场内 SO_2、CO、H_2S 等有害气体的浓度，并注意发现矿石自燃火灾的各种征兆，以防中毒和火灾的发生。

【生产单位】 化工系统主要硫铁矿生产矿山有山西阳泉硫铁矿，内蒙古炭窑口硫铁矿，辽宁清原硫铁矿，南京云台山硫铁矿，安徽新桥硫铁矿，安徽何家小岭硫铁矿，湖南七宝山硫铁矿，广东云浮硫铁矿，广东阳春硫铁矿，四川大树硫铁矿，浙江龙游硫铁矿、辽宁张家沟硫铁矿等。举例单位有云浮广业硫铁矿集团有限公司，铜陵化工集团新桥矿业有限公司，南京云台山硫铁矿有限公司（南京云台山集团下属的化学矿山企业），铜陵市赫尔矿产品有限公司，铜陵县华鑫矿产实业有限责任公司，佛山市派瑞特矿物原料有限公司。

B014 自然硫

【别名】 斜方硫

【英文名】 native sulfur; native sulphur; sulfur

【结构式】 S

【物化性质】 自然界中单质硫具有三种同质多象变体，即 α 自然硫、β 自然硫和 γ 自然硫，在自然条件下只有 α 自然硫是稳定的，通称自然硫，属斜方晶系，晶体呈菱方双锥状或厚板状，通常为粒状、块状、粉末状集合体，理论含硫 100%。质纯者少，火山成因者常含少量砷、硒、碲和铊，其他成因者常含泥质、有机质及沥青等机械混入物。在常态下自然硫呈黄色、棕黄色，含杂质时呈红、绿、灰或黑色。条痕为淡黄色或白色。金刚光泽，断口呈油脂光泽。性脆，硬度 1～2，密度 2.05～2.08g/cm^3。熔点低，易燃烧，燃烧时发青蓝色火焰并有刺鼻的硫化氢臭味。无导电性，摩擦带负电。受热易发裂。易溶于二硫化碳、四氯化碳、松节油及石油等溶剂中，不溶于水、盐酸和硫酸，遇强硝酸和王水则被氧化成硫酸。主要产于火山岩和沉积岩中。自然硫有以下几种形成方式：①火山硫质喷气的结晶；②硫化氢不完全的氧化；③生物化学作用；④某些沉积岩中石膏的分解。

【质量标准】 工业硫黄国家标准 GB/T 2449.1—2014

项目			优等品	一等品	合格品
硫(S)/%			99.95	99.50	99.00
水分/%	固体硫黄	≤	2.0	2.0	2.0
	液体硫黄	≤	0.10	0.50	1.00
灰分/%		≤	0.03	0.10	0.20
酸度[以硫酸(H_2SO_4)计]/%		≤	0.003	0.005	0.02
有机物/%		≤	0.03	0.30	0.80
砷(As)/%		≤	0.0001	0.01	0.05
铁(Fe)/%		≤	0.003	0.005	—
筛余物	粒度大于 150μm	≤	0	0	3.0
	粒度为 75～150μm	≤	0.5	1.0	4.0

注：1. 工业硫黄有块状、粉状、粒状和片状等，其优等品和一等品应呈黄色或淡黄色。
2. 工业硫黄中应不含任何机械杂质。
3. 表中的筛余物指标仅用于粉状硫黄。

【用途】 自然硫用于提炼硫黄和制造硫酸、染料及橡胶制品，也用于医药、农药等工业部门。

【制法】 火山型自然硫矿床一般用露天开采法，沉积型和盐丘型自然硫矿床采用地下过热水熔融开采法（别称弗拉斯开采法），即将过热水通过钻孔注入含硫地层中，自然硫溶解后的含硫液体通过管道输送到地面，然后加工成结晶硫黄，或直接以液态硫作为产品。选矿方法主要为浮选法。青海省天峻县硫黄山自然硫矿选矿工艺流程如下：原矿→球磨→分级→粗选→扫选→精选Ⅰ→精选Ⅱ→浓缩→过滤→硫精矿→矿仓

对自然硫矿石提炼硫黄以后的尾渣（含硫15%左右），采用浮选法也可获得含硫61%的粗精矿。

【安全性】

三废处理：自然硫选矿后的酸性水比酸性流程的硫铁矿尾矿水还厉害，加石灰中和以后方能排放。为减弱在磨矿时产生有毒难闻的硫化氢气体，也需即时加适量石灰。

毒性及防护：工业硫黄虽无毒，但易燃，自燃温度为205℃。硫黄粉尘易爆；850μm粒级的硫黄粉尘，当其浓度大于$2.3g/m^3$时会爆炸。严格遵守国家有关消防、危险品的安全条例；堆放场所和仓库应设置专门的灭火器材，严禁明火；允许以喷水等方法熄灭燃烧着的硫黄。从事工业硫黄的生产、运输、贮存及加工的工作人员，操作时应使用必要的防护用品。

包装及贮运：工业硫黄用塑料编织袋或麻袋加内衬塑料薄膜袋包装；其块状硫黄既可用袋装，若用户允许，也可散装，但应遮盖。包装净重每袋为50kg或25kg，其净重偏差在±1%之内，批量抽检时，净重的平均值不得低于标明的规定量。包装后应在明显部位标上GB190图6所示的“易燃固体”、“危险品”的标志。块状、粒状硫黄可贮存于露天或仓库内，粉状和片状硫黄贮存于有顶盖的场所或仓库内。袋装硫黄成垛堆放，堆垛之间应留有不小于0.75m宽的通道。袋装硫黄不许放置在上下水管道和取暖设备的近旁。运输除按有关部门规定办理外，运输时应有遮盖物防日晒雨淋和受潮，并应防止生成或泄出硫黄粉尘。

【生产单位】 皮山县硫黄矿，温宿县硫黄矿，青海省天峻县硫黄山青海硫黄矿，内蒙古自治区准格尔旗榆树湾硫黄矿，准格尔旗房塔沟硫黄矿，山西省平陆县（下坪乡）硫黄矿，云南省威信（县）硫黄矿，莱州金兴化工有限责任公司，河北任县工农化工厂，新泰市汶河化工厂。

B015 钾石盐

【英文名】 sylvite；sylvine；sylvinite

【结构式】 KCl

【物化性质】 钾石盐是钾盐矿的主要矿物之一，含K 52.5%，Cl 47.5%。常含微量的溴、铷、铯元素。等轴晶系，晶体主要呈立方体或八面体，或二者聚形体，通常为致密块状集合体。纯者无色透明，含细微气泡时呈乳白色，含微细赤铁矿鳞片时呈红色、玫瑰色和褐红色，少数呈琥珀黄色或灰色。玻璃光泽，性脆，硬度1.5～2，密度1.97～$1.99g/cm^3$。味辛辣咸涩。易溶于水，具强吸湿性。烧之产生紫色火焰。钾石盐形成于盐湖盆地的晚期，在石盐沉积之后，共生矿物有石盐、光卤石、钾盐镁矾、杂卤石、水镁石、泻利盐等。

【质量标准】 由含钾盐矿和各类含钾卤水加工制取的工农业用氯化钾产品，质量应符合国家标准GB 6549—2011。

项目		Ⅰ类			Ⅱ类		
		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
氧化钾(K_2O)的质量分数/%	≥	62.0	60.0	58.0	60.0	57.0	55.0
水分(H_2O)的质量分数/%	≤	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	6.0
钙镁含量(Ca+Mg)的质量分数/%	≤	0.3	0.5	1.2	—	—	—
氯化钠(NaCl)的质量分数/%	≤	1.2	2.0	4.0	—	—	—
水不溶物的质量分数/%	≤	0.1	0.3	0.5	—	—	—

注：1. 除水分外，各组分质量分数均以干基计。

2. Ⅰ类中钙镁含量、氯化钠及水不溶物的质量分数作为工业用氯化钾推荐性指标，农业用不限量。

3. 氯化钾产品按用途分为两种类别：Ⅰ类为工业用氯化钾，适用于化工行业各种钾盐的生产，也适用于配制复混肥或直接作为肥料施用；Ⅱ类为农业用氯化钾，适用配制复混肥或直接作为肥料施用。

4. 产品外观：白色、灰白色、微红色、浅褐色粉末状、结晶状或颗粒状。

【用途】 钾盐矿几乎95%用于制造钾肥(氯化钾和硫酸钾)，也可与氮、磷混合制复合肥；其余用于制取各种钾化合物，进一步广泛用于医药、农药、纺织、黑色炸药、火柴、焰火、玻璃、陶瓷、染料、制革、电池、冶金、印刷等部门。并且在加工钾化工原料时还可综合回收氯及其衍生物、镁化合物、工业用盐以及碘、溴、硼、锂、铯、铷等。

【制法】 固态钾盐矿床用地下开采法（亦称矿井法）或溶解开采法。地下开采工艺流程见“磷块岩”。选矿方法有浮选法、溶解结晶法（又称热法和化学法）、重介质选矿法和静电选矿法等，其中以浮选法为主。云南省江城县勐野井钾盐矿含钾矿物主要为钾石盐，其次为光卤石，采用浮选法，其选矿工艺流程如下：原矿→破碎→磨矿→分级→粗选→扫选→三次精选→浓缩→过滤→精钾产品→矿仓

【安全性】 氯化钾产品应用塑料编织袋内衬聚乙烯薄膜袋或复合塑料编织袋（塑料编织布/膜）包装。包装袋上应印有产品名称、商标等标志。在贮存和运输过程中应防雨、防潮、防包装袋破损。

【生产单位】 云南江城泰裕钾肥有限公司。

B016 光卤石

【英文名】 carnallite

【结构式】 $KMgCl_3 \cdot 6H_2O$；$KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$

【物化性质】 光卤石是广泛分布的钾盐矿物之一，含K 14.07%、Mg 8.75%、Cl 38.28%。含少量的溴，微量的铷和铯，偶尔含锂和钛。斜方晶系，晶体呈假六方双锥状，但极少见，通常呈粒状、致密块状或纤维状集合体。纯净者无色或白色，常因含杂质而呈红色、玫瑰色、黄色。新鲜断面呈玻璃光泽，在空气中很快潮解变暗呈油脂光泽。硬度2～3，密度1.6g/cm^3。发荧光，易溶于水，溶解时发出特殊的碎裂声。具极强的吸湿性，在空气中极易潮解。不导电，在酒精及甘油中分解后有KCl沉淀。光卤石是盐湖中最后形成的矿物，常与钾石盐、石盐、硬石膏、钾盐镁矾、杂卤石或硫酸镁石等共生。

【质量标准】 见“钾石盐”。

【用途】 同“钾石盐”。此外，还可提炼金属镁。

【制法】 固态钾盐矿床开采方法见“钾石

盐”。采用渠道、钻井或井渠结合开采含钾卤水和盐田滩晒光卤石方法，目前主要用渠道开采。光卤石选矿采用浮选法。

（1）渠采工艺流程

矿山→挖渠→集卤→输卤→盐田滩晒→水采船→采收光卤石矿浆→贮浆罐

（2）浮选工艺流程

光卤石矿浆→脱卤→光卤石原矿→分解→浮选→洗涤→过滤（包括淋洗）→再浆洗涤→过滤→干燥→精钾→包装

青海钾肥厂第一选矿厂光卤石冷分解浮选法制取氯化钾工艺流程如下：

原矿→加水分解→粗选→扫选→浓缩

└→尾矿排放母液返回盐田

↓

两次精选→过滤→洗涤、脱水→精钾(水分 7%)→干燥最终产品(水分＜2%)

【安全性】 同“钾石盐”。

【生产单位】 青海盐湖工业股份有限公司，国投新疆罗布泊钾盐有限责任公司，青海省冷湖昆湖钾肥有限责任公司，格尔木盐化（集团）有限责任公司。

B017 杂卤石

【英文名】 polyhalite

【结构式】 $K_2Ca_2Mg(SO_4)_4 \cdot 2H_2O$

【物化性质】 杂卤石是一种含水的钾镁钙硫酸盐类矿物，含 K_2O 15.62%（K12.9%）、CaO 18.60%、MgO 6.69%、SO_3 53.11%。混入物有硬石膏和三氧化二铁。三斜晶系，晶体细小，呈柱状或板状，集合体呈块状、叶片状或纤维状。浅灰色、肉红色、灰白色或浅黄色，有时呈砖红色。条痕白色、浅红色或浅黄色，玻璃光泽。硬度 2.5～3.5，性脆，密度 2.72～2.78g/cm^3。部分溶于水而无味。加热到 320℃ 时脱水，生成 $K_2CaMg(SO_4)_3$ 和 $CaSO_4$。产于海盆地盐类化学沉积物中，与石盐、硬石膏等共生。

【质量标准】 以天然硫酸钾矿为原料生产的硫酸钾或用硫酸分解氯化钾制取的硫酸钾（作肥料用）的质量应符合国家标准 GB 20406—2006（农业用硫酸钾）

项目		粉末结晶状			颗粒状		
		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
氧化钾(K_2O)/%	≥	50.0	50.0	45.0	50.0	50.0	40.0
氯离子(Cl^-)/%	≤	1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0
水分(H_2O)/%	≤	0.5	1.5	3.0	0.5	1.5	3.0
游离酸(以 H_2SO_4 计)/%	≤	1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0
粒度(粒径 1.00～4.75mm 或 3.35～5.60mm)/%	≥	—	—	—	90	90	90

【用途】 杂卤石用于制取硫酸钾、钾镁肥、氮钾镁肥，亦可将伴生石盐洗出后直接用作钾肥。其余用途见“钾石盐”相应栏目。

【制法】 可参考“钾石盐”。

杂卤石矿制硫酸钾工艺流程如下：

原矿→破碎→冷水洗盐→煅烧→热水溶浸→蒸发→硫酸镁转化→冷却析出→硫酸钾

↓

软钾镁矾→冷却析出→蒸发

【安全性】 参见“钾石盐”。

【生产单位】 四川省渠县农乐钾盐矿，青海冷湖大盐滩杂卤石矿，四川广安杂卤石型钾盐矿。

B018 硼镁石

【英文名】 szaibelyite；camsellite；boromagnesite；ascharite

【结构式】 $Mg_2[B_2O_4(OH)](OH)$

【物化性质】 硼镁石是硼矿床的主要矿物之一，含 B_2O_3 41.38%、MgO 47.92%。晶

体呈板状或柱状，常呈纤维状集合体。根据晶体形态分为纤维状硼镁石、板状硼镁石和柱状硼镁石。颜色为白色、灰白色或黄色和条痕白色。透明，玻璃光泽、丝绢光泽至土状光泽，疏松者则无光泽。硬度3～4，密度2.8g/cm³。不溶于水，略溶于酸。火焰为绿色。硼镁石是一种分布广泛的硼酸盐矿物，主要产于沉积变质再造硼矿床中。共生矿物有硼镁铁矿、遂安石等。

【质量标准】 用于生产硼砂和硼酸的硼镁石矿质量应符合化工行业标准HG/T 3576—1989。

项目		优等品		一等品		二等品		三等品	
		优-1	优-2	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅲ-1	Ⅲ-2
三氧化二硼(B_2O_3)含量/%	≥	24	22	20	18	16	14	12	10
全铁含量(以Fe_2O_3计)/%	≤	15							
氧化钙含量(以CaO计)/%	≤	8							
氧化镁含量(以MgO计)/%	≤	45							
矿石块度/mm	<	400(300～400mm的不大于15%，小于20mm的不大于15%)							

注：各项成分含量均以干基计。

【用途】 主要用于生产硼酸、硼砂、元素硼、硼化合物等。硼矿的化工产品是良好的还原剂、氧化剂、溴化剂以及有机合成的催化剂、塑料的发泡剂、合成烷的原料。硼在轻工业中用于制造肥皂和洗涤剂；建材工业中用于制各种玻璃、玻璃纤维；冶金工业中用于制造硼钢和作为冶金助熔剂、金属焊接剂；在航天工业中用作高能喷气燃料、火箭喷嘴、燃烧室的内衬以及真空高频电炉；在核工业中硼的同位素用作原子反应堆材料；农业上用于浸种、配制硼素农药和肥料。此外还用于医药、机械、电子、陶瓷、玻璃、纺织、制革、油漆、染料等部门。

【制法】 有露天开采法和地下开采法，工艺流程见“磷块岩”。地下开采一般采用平峒或竖井开拓，采矿方法多为无底柱分段崩落法。硼镁石型硼矿的选矿方法是浮选法，一般工艺流程见“磷块岩”。

辽宁省营口后仙峪硼矿，矿石为硼镁石型，采用手选-浮选法，选矿工艺流程如下：

原矿→破碎→手选→硼精矿
↓
中矿→磨矿Ⅰ→分级Ⅰ→磨矿Ⅱ→分级Ⅱ→搅拌→粗选→硼精矿
↓ ↑
两次扫选

【安全性】 同“磷块岩”。

【生产单位】 新疆鑫鸿硼业化工有限责任公司，华峰硼业公司（新疆），辽宁翁泉硼镁股份有限公司，中化辽宁公司。

B019 天然碱

【别名】 晶碱石；丝光晶碱石；碳酸钠石

【英文名】 trona

【结构式】 $Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$；$Na_3H(CO_3)_2 \cdot 2H_2O$

【物化性质】 天然碱为单斜晶系，晶体呈板状，集合体通常呈晶簇状、纤维状、放射状等，理论含Na_2O 41.14%、CO_2 38.94%。无色、灰色、黄色或褐色。玻

璃光泽。硬度 2.5～3，密度 2.11～2.147g/cm^3，燃烧火焰呈黄色。易溶于水，有碱味。在干燥空气中不变化，溶于无机酸并剧烈起泡。天然碱产于不同的盐湖沉积物中，主要产于碱湖及古代沉积矿床中，常与针碳钠钙石、水碱、泡碱、石盐、芒硝、钙芒硝、无水芒硝和石膏共生。

【质量标准】 天然碱矿的一般工业指标可参考 DZ/T 0212—2002。

计量组分	开采方式		工业指标				水溶系列有害组分最大允许含量/%
			边界品位/%	最低工业品位/%	最小开采厚度/m	夹石剔除厚度/m	
Na_2CO_3 + $NaHCO_3$	卤水		≥2	≥3.5	10		$Fe \leqslant 0.02$ $NaCl \leqslant 1.2$ $Na_2SO_4 \leqslant 0.1$
	固体	钻井水溶	≥17	≥25	0.1	0.5	
		坑采	≥17	≥25	0.7	0.02	
		露天开采	≥20	≥25	0.6	0.1	

【用途】 天然碱主要用于制取纯碱、烧碱、小苏打等产品。纯碱是重要的工业原料，广泛用于玻璃、化工、轻工、纺织、漂染、冶金、石油加工、医药、食品等方面。烧碱主要用于人造纤维、造纸、染料、肥皂、塑料、医药、农药等方面。小苏打主要用于食品、塑料、橡胶、医药、印染、鞣革、农业浸种等领域。

【制法】 盐湖碱矿一般露天开采，古代碱矿一般地下溶解法开采。采矿工艺流程如下。

(1) 露天开采

矿床→剥离（运输→）采矿（包括装运）→矿仓

(2) 地下溶解法

矿床→钻井→固井→射孔→压裂→注水（加 NaOH 及其他助溶剂）→采卤→输卤→碱卤加工

【安全性】 原矿散装，矿山交货，铁路、公路运输。查干诺尔天然碱化工总厂的出口烧碱采用 200kg 冷轧板桶外表涂沥清漆，有效地防止了包装物的锈蚀和对环境造成的污染；小苏打、芒硝碱、元明粉等采用塑料袋包装，铁路运输；液体烧碱采用自备铁路罐车运输。

【生产单位】 阿拉善右旗天然碱矿，西苏旗天然碱矿，新疆自治区哈密市黄田天然碱矿，河南省桐柏县吴城天然碱矿，青海省都兰县天然碱矿，河南中源化学股份有限公司，内蒙古远兴能源股份有限公司。

B020 钙芒硝

【英文名】 glauberite

【结构式】 $Na_2Ca(SO_4)_2$；$Na_2SO_4 \cdot CaSO_4$

【物化性质】 钙芒硝为含钙钠的硫酸盐矿物，理论含 Na_2O 22.29%、CaO 20.16%、SO_3 57.55%。单斜晶系，晶体呈板状或短柱状；集体体呈粒状、鳞片状或肾状。无色、灰色、白色或浅黄色，条痕白色，玻璃光泽或蜡状光泽。性脆，硬度 2.5～3，密度 2.75～2.85g/cm^3。微具咸味，缓慢溶于水，在水中分解生成细小针状石膏晶体或芒硝。易溶于盐酸，火焰呈黄色。钙芒硝遇水后由玻璃光泽变为土状光泽，表面覆盖一层“白霜”。该矿物广泛分布于海相和湖相盐类沉积中，与石盐、芒硝、石膏、白钠镁矾或杂卤石等共生。钙芒硝在风化条件下不稳定，次生者系含 Na_2SO_4 溶液交代硬石膏而成。

【质量标准】 DZ/T 0212—2002 钙芒硝矿的一般工业指标

计量组分	开采方式		工业指标				水溶系列有害组分最大允许含量/%
			边界品位/%	最低工业品位/%	最小开采厚度/m	夹石剔除厚度/m	
Na_2SO_4	固体	坑采	≥10～15	≥15～20	1～2	1	Fe≤0.04 Ca≤1.5 Mg≤0.5 Cl≤1.5
		露天开采	≥8	≥20	0.1～0.3	0.2～0.6	Fe≤0.02 NaCl≤1.2 Na_2SO_4≤0.1

产品质量标准可参考“芒硝”。

【用途】 同“芒硝”。

【制法】 一般采用地下坑道开采和硐室水溶法联合开采的方法。工艺流程为：

开拓→采准→切割→回采→硐室打眼→封闭采场→注水→抽卤→贮卤池→加工

用旱采钙芒硝矿石生产无水硫酸钠的工艺流程如下：

原矿→破碎→加水球磨→浸取→过滤芒硝液→澄清→蒸发脱水→干燥→包装→无水硫酸钠

用钙芒硝矿石生产元明粉的工艺流程与以上流程基本相同，只需加两道工序：一是在“澄清”工序后增加纯碱和烧碱，二是在蒸发工序之后增加分离。

【安全性】 同“芒硝”。

【生产单位】 和昌（广西）化工有限公司，江苏白玫化工有限公司，四川联合新澧化工有限公司。

B021 明矾石

【英文名】 alunite；alumstone；alumite；aluminite

【结构式】 $KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$

【物化性质】 明矾石是一种含水的钾铝硫酸盐矿物，理论含 K_2O 11.4%、Al_2O_3 37.0%、SO_3 38.6%。常含少量钠，富含吸附水的胶状明矾石称黄钾明矾（简称黄矾），并含稀土元素。按其成分可分为钾明矾石和钠明矾石，前者是明矾石矿的主要矿物组分。明矾石属三方晶系，单晶体呈菱面体或厚板状，集合体通常为致密块状、细粒状。白色、浅灰、浅黄及浅红色。玻璃光泽，性脆，硬度 3.5～4，密度 2.6～2.8g/cm^3。略溶于硫酸，不溶于盐酸，在碱性溶液中加热完全分解。明矾石为中酸性火山喷出岩受低温热液作用蚀变的产物。

【质量标准】 用于提炼明矾和生产其他化工产品所使用的明矾石矿石质量应符合化工行业标准 HG/T 3577—89。

项　　目		特级品	一级品	二级品	三级品
纯明矾石含量/%	≥	70	52	45	40
钾钠比(K_2O/Na_2O)	≥	5	4	3	3
过剩氧化铝含量/%	≤	2	3	4	5

注：1. 块度由供需双方协商议定。

2. 各项成分含量均以干基计算。

【用途】 明矾石用于提炼明矾，也可综合利用明矾石生产硫酸钾、硫酸和氧化铝等产品。明矾主要应用于印刷、造纸、制革、油漆、纺织、纤维板、医药、食品等部门，还可用作染布的媒染剂，制革鞣料及胶片的硬化剂，合成氨的催化剂，制糖

和水的澄清剂，选矿用的沉淀剂等。硫酸钾为无氯钾肥，适于烟草、果树、橡胶、糖料等经济作物的施用。氧化铝除用于炼铝外，还是铝系精细化工的优质原料，可生产牙膏摩擦剂、塑料阻燃剂、空分设备的吸附剂、高效除氟净水剂、干燥剂、催化剂等。明矾石用氨碱法还可制取钾氮混肥和铝氧。近年来明矾石作为掺合剂用于生产膨胀水泥。明矾石中还伴生镓、铀等元素，可在加工过程中回收。

【制法】 采用露天和地下开采方法或用二者相配合的方法。一般以地下开采为主，平硐或竖井开拓，采矿方法主要为空场法。采矿工艺流程同“磷块岩”。选矿方法有手选和浮选。浙江平阳矾矿浮选法试验原则工艺流程如下：原矿→磨矿→粗选→扫选→三次精选→精矿产品

【安全性】 采用火车、汽车和船只散装运输，矿山交货。每批产品都附有质量说明书，说明矿石生产单位、产品名称、等级、质量指标、净重、批号、发货日期等。

【生产单位】 安徽省庐江矾矿天然矾业有限公司，淄博益强明矾有限公司。

B022 蛇纹岩

【别名】 蛇纹石

【英文名】 serpentinite；serpentine rock

【结构式】 $Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$

【物化性质】 蛇纹岩是一种几乎全部由蛇纹石组成的变质岩，理论含 MgO 43.6%、SiO_2 43.3%。常有 Fe、Mn、Al、Ni 等元素混入。次要矿物有磁铁矿、钛铁矿、铬铁矿、水镁石等。岩石一般呈黄绿～黑绿色，风化后颜色变浅，为灰白色土状，有时可见网纹状构造。因外表像蛇皮的花纹，故名蛇纹岩。岩石为致密块状，具滑感。蛇纹石为蛇纹石族矿物的总称，据其形态可分为叶蛇纹石、纤维蛇纹石、利蛇纹石和胶蛇纹石。单斜晶系，呈鳞片状、纤维状、致密块状或胶状集合体。块体呈油脂或蜡状光泽；纤维状呈丝绢光泽；硬度 2～3.5，密度 3.2～3.6g/cm^3。蛇纹岩由超基性岩主要经中低温热液交代作用或区域变质作用，使原岩中的橄榄石和辉石发生蛇纹石化而形成。

【质量标准】 供高炉法生产钙镁磷肥用的蛇纹岩矿产品质量应符合下列专业标准 HG/T 3578—1990

项目				优级品	一级品	二级品
氧化镁(MgO)/%			≥	36	32	28
二氧化硅(SiO_2)/%			≤	42		
粒度/mm	总体			10～125		
	其中允许	≥125/%	≤	15		
		≤10%	≤	10		

注：1. 未经加工的矿石粒度，可由供需双方协议确定。

2. 化验成分含量均以干基计算。

【用途】 蛇纹岩在化学工业中主要用于与磷矿石一起煅烧制造钙镁磷肥；蛇纹岩细粉亦可直接用作矿质肥料。医药工业用作泻利盐的原料，钢铁冶炼用作碱性耐火材料。质地坚硬致密、颜色鲜艳透明至半透明的蛇纹岩可作为玉石工艺品原料。蛇纹岩还可用于提炼金属镁、提取纤维状非晶硅以及用作陶瓷原料和建筑材料等。

【制法】 用露天开采法，工艺流程见“磷块岩”。原矿石一般只需进行破碎、筛分，达到一定块度要求后即成形产品。

【安全性】 矿产品采用火车、汽车或船舶等散装运输；每批货都应有质量说明书，内容见“磷块岩”相应栏目。在贮存、装

卸和运输过程中，应避免粉尘飞扬、污染环境及增加粉矿率。由于蛇纹岩矿石含有硅酸盐粉尘及少量石棉纤维，故在装卸及采样过程中应穿戴工作服、工作帽、口罩等防护用品。

【生产单位】 四川省彭县蛇纹石矿，江苏省东海蛇纹石矿，湖北省大悟县七斗沟蛇纹石矿，福建省顺昌县建西蛇纹石矿，广西壮族自治区融水蛇纹石矿，江苏龙腾化工有限公司，岫岩满族自治县盛鑫源矿业有限公司。

B023 橄榄岩

【别名】 橄榄石

【英文名】 peridotite

【结构式】 $(Mg，Fe)_2[SiO_4]$

【物化性质】 橄榄岩是一种呈橄榄绿色、富含镁的硅酸盐岩石，主要由橄榄石族矿物组成，其次为辉石，有时含少量铬铁矿、磁铁矿、钛铁矿或磁黄铁矿，含 MgO 40%～50%，高于 50%者称作镁橄榄石。橄榄石属斜方晶系，晶体呈厚板状；通常呈粒状集合体，橄榄绿至黄绿色，玻璃光泽，硬度 6.5～7，密度 3.2～3.5g/cm^3。主要产于超基性和基性火成岩中，易蚀变为蛇纹石。橄榄岩为全晶质自形或他形粒状结构，致密块状构造，质纯的橄榄岩 MgO 含量可达 49%，熔点高达 1910℃。橄榄岩新鲜者较少，容易蚀变成蛇纹岩，密度 2.94～3.37g/cm^3，抗拉强度很高，并抗碱。橄榄岩常与纯橄榄岩、辉石岩等超基性岩及基性岩形成杂岩体，并主要产于造山带中。

【质量标准】 铸造用镁橄榄石砂是由镁橄榄石和铁橄榄石组成的天然矿石，其质量应符合机械行业标准 JB/T 6985—1993。

JB/T 6985—1993 铸造用镁橄榄石砂的化学成分和物理性能

等级代号	MgO /%	SiO_2 /%	Fe_2O_3 /%	灼烧减量 /%	含水量 /%	含泥量 /%	耐火度 /℃
一级	≥47	≤40	≤10	≤1.5	≤0.5	≤0.5	≥1690
二级	≥44	≤42	≤10	≤3	≤0.5	≤0.5	≥1690
三级	≥42	≤44	≤10	≤3	≤1.0	≤0.5	≥1690

【用途】 橄榄岩在化学工业上用作提取镁化合物和泻利盐的原料，与磷矿石掺合烧制钙镁磷肥。橄榄岩微粉可作硫酸镁肥和农药。在冶金工业上用于冶炼金属镁和作冶金熔剂，还用于铸造业。淡黄色、透明、结晶完好的橄榄石称作贵橄榄石，是一种宝石。

【制法】 开采点少，规模小，用露天开采法。选矿方法多为重选，由于常伴有铬铁矿，故也可用重选、磁选联合法。

【安全性】 同“蛇纹岩”。

【生产单位】 宜昌镁石矿业有限责任公司，西峡丰源耐火材料有限公司。

B024 天青石

【英文名】 celestite；celestine

【结构式】 $SrSO_4$

【物化性质】 天青石是最主要的含锶矿物，理论含 SrO 56.4%、SO_3 43.6%。类质同象混入物有 Ba 和 Ca，含钡多者称钡天青石，钙置换锶最大量可达 1∶1，称钙天青石。斜方晶系，晶体呈板状、短柱状或纺锤状，集合体为块状、粒状，有时脉状、纤维状或钟乳状。无色或浅蓝色，有时呈浅绿、浅黄、浅红或白色。玻璃光泽，条痕呈白色。性脆，硬度 3～3.5，密度 3.97～4g/cm^3。难溶于水。在紫外线照射下有时显荧光，烧之火焰呈深紫红色。天青石可变成菱锶矿。主要产于白云岩、白云质灰岩、石膏质黏土岩、泥灰岩等沉积、热卤水改造矿床中，其次为火山热液充填型。此外在钾盐和硼酸盐沉

积中亦有少量天青石产出，共生矿物有石盐、石膏、硬石膏等。

【质量标准】 用于生产碳酸锶及其他锶化合物的天青石矿产品质量应符合化工行业标准 HG 2251—91。

项目		指标				
		优等品	一等品	二等品	三等品	四等品
锶(以 $SrSO_4$ 计)/%	≥	90	85	80	73	65
钡(以 BaO 计)/%	≤	1.5	5			不规定
钙(以 CaO 计)/%	≤	1.5	4	7	10	不规定
水分(H_2O)/%		重、浮选精矿水分≤10				

注：1. 各项成分含量，除水分外，均以干基计算，水分含量以交货地点计。
2. 伴生有菱锶矿的天青石矿中的碳酸锶含量由供需双方商定予以扣除。

【用途】 天青石矿主要用于制取碳酸锶，其次为硝酸锶、铬酸锶、钛酸锶、磷酸锶、硫酸锶、氯化锶，亦可提炼金属锶。锶和锶盐广泛用于电子、冶金、有色、电气、国防、玻璃、医药、制糖等工业部门。碳酸锶可用作彩电显像管荧光屏涂层，不但可大量减少X射线辐射，而且提高了画面的清晰度和色调的真实性。在电气工业中用于制造锶铁氧体陶瓷材料和原子电池。在冶金工业中，锶和锶盐可作为炼钢的脱硫、脱磷剂，在硅铁生产中可改进生铁性能，提高钢材质量。在国防工业用于制造信号弹、曳光弹和烟火。此外，还可作为难熔金属的还原剂、真空管的除气剂、人造金刚石的催化剂、滑润剂、特种合金材料等。近年来，锶与镧、铜的氧化物可作为组成超导陶瓷的重要金属。

【制法】 开采方法以露天开采为主，也有地下开采，一般工艺流程同“磷块岩”。品位高的天青石矿石只需用手选法，便可以块矿或磨成粉矿出售；对于伴生有石英、石膏、方解石、褐铁矿和黏土矿物的矿石，可先进行洗矿或擦洗，再用重选法；对于细粒嵌布的矿石以及重选的中矿和尾矿可采用浮选法。江苏爱景山锶矿选矿试验原则流程如下：

原矿→破碎→洗矿→分级→粗粒矿跳汰选
↓ ↓
细粒矿摇床选→中矿→磨矿→浮选→天青石精矿→成品

【安全性】 每一交货批的天青石矿产品应附有质量说明书。重、浮选精矿或粉矿可用塑料编织袋包装，块矿散装。用火车、汽车或船只运输。不同交货批的矿产品应分别堆放。

【生产单位】 青海省投资集团有限公司，重庆大足红蝶锶业有限公司，重庆大足红蝶锶业有限公司雍溪工厂，重庆铜梁红蝶锶业有限公司，重庆新申锶盐有限公司，重庆元和精细化工有限公司。

B025 重晶石

【英文名】 barite；baryte；barytite；barytine

【结构式】 $BaSO_4$

【物化性质】 重晶石是最普通的富含钡的硫酸盐矿物，理论含 BaO 65.7%、SO_3 34.3%。类质同象混入物有锶、铅和钙。斜方晶系，晶体多呈板状、短柱状，一般呈致密块状、板状、柱状产出。晶体无色透明，一般呈白色、灰白、灰色、浅黄、淡红、浅蓝、棕褐等色。玻璃光泽，断口珍珠光泽，条痕白色。密度 4.3～4.7g/cm^3，硬度 3～3.5，性脆，具黄绿焰色反应。不溶于水和酸，化学性质稳定，无磁性毒性，并有吸收 X 射线和伽马射线的性能。重晶石

主要产于沉积层状矿床和低温热液矿脉中，常与石英、白云石、方解石、萤石、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿等共生。

【质量标准】 生产钡盐和立德粉等化工用品用的重晶石应符合化工行业标准 HG/T 3588—1999。

项目		优等品		一等品	合格品
		优-1	优-2		
硫酸钡($BaSO_4$)含量/%	≥	95.0	92.0	88.0	83.0
二氧化硅(SiO_2)含量/%	≤	3.0		5.0	—
爆裂度/%	≥	60			—

注：1. 各组分含量以干基计。

2. 合格品的二氧化硅和爆裂度指标按供需合同执行。

【用途】 主要用于石油和天然气钻井泥浆的加重剂，也是提取金属钡和制取各种钡化合物的重要矿物原料。工业上最重要的钡化合物有碳酸钡、氯化钡、硫酸钡、硝酸钡、氢氧化钡、氧化钡、过氧化钡、铬酸钡、锰酸钡、氯酸钡、锌钡白、多硫化钡等。钡化合物的用途十分广泛：用作橡胶、塑料、颜料、涂料、造纸、纺织品、油漆、油墨、焊条的原料及填料；用作钡基润滑脂、油料精制、甜菜制糖、人造丝的原料；用作杀虫剂、灭菌剂、灭鼠剂、炸药、绿色烟火、信号弹、曳光弹、医学X光照像的指示剂等；还用于玻璃、陶瓷、皮革、电子、建材、冶金等部门。金属钡可作电视和真空管的吸气剂、黏结剂。钡与铝、镁、铅、银等金属制作的合金用于制造轴承。

【制法】 残坡积矿床用露天开采法，原生矿多数用地下开采法。一般工艺流程见“磷块岩”。选矿方法主要为手选法、重选法、磁选法和浮选法。选矿原则流程如下：

原矿→人工洗选→手选→块精矿→筛分→破碎→跳汰选→磨矿→摇床选→磁选

↓ ↓

浮选→脱水→精矿粉

【安全性】 块状矿散装，粉状矿内衬塑料编织袋 25kg 装。可用火车、汽车或船只运输，矿山交货。粉状矿袋包装注意防雨防晒，轻搬轻放，以防破损。

【生产单位】 中国主要重晶石生产矿山有福建省永安市李坊重晶石矿，广西永福重晶石矿，广西象州重晶石矿，山东高密县化山重晶石矿，山东诸城荆山锡山重晶石矿，山东莒南仕沟重晶石矿，广西扶绥县思同重晶石矿，湖北随州柳州重晶石矿，湖南衡南县谭子山重晶石矿，广西灵川县涝江重晶石矿，永安市启胜矿产有限公司，安丘市临朐重晶石有限责任公司，焦作市铁山矿产品有限公司，贵州黔福瑞兴业科技有限公司。

B026 钠硝石

【别名】 智利硝石

【英文名】 soda-nitre；Chile-niter；nitronatrite；nitratine

【结构式】 $NaNO_3$

【物化性质】 钠硝石是一种硝酸盐矿物，理论含 Na_2O 36.5%、N_2O_5 63.5%。属三方晶系，晶体呈菱面体状，极少见；集合体呈粒状、块状、皮壳状、粉末状等。无色或白色，有时呈柠檬黄及红褐色，玻璃光泽。硬度 1.5～2，性脆，密度 2.59g/cm^3。易溶于水，味微咸，具冷感；在火焰上烧之易熔，火焰呈黄色。易潮解，长时间暴露在空气中会潮解成粉末；含氯化钠时，其潮解性增加，呈碱性。易溶于氨，微溶于甘油和酒精。主要

产于炎热干旱的沙漠地区，与石膏、芒硝、石盐等共生。

【质量标准】 化学试剂硝酸钠执行国家标准 GB/T 636—2011

名　称	分析纯	化学纯
含量($NaNO_3$)/%	≥99.0	≥98.5
pH 值(50g/L,25℃)	5.5～7.5	5.5～7.5
澄清度试验/号	≤3	≤5
水不溶物/%	≤0.004	≤0.01
总氯量(以 Cl 计)/%	≤0.0015	≤0.005
碘酸盐(IO_3)/%	≤0.0005	≤0.002
硫酸盐(SO_4)/%	≤0.003	≤0.01
亚硝酸盐(NO_2)/%	≤0.0005	≤0.001
铵(NH_4)/%	≤0.002	≤0.005
磷酸盐(PO_4)/%	≤0.0005	0.001
钾(K)/%	≤0.005	≤0.01
钙(Ca)/%	≤0.005	0.01
铁(Fe)/%	≤0.0001	≤0.0005
重金属(以 Pb 计)/%	≤0.0005	≤0.001

【用途】 钠硝石是早期的氮肥品种之一。智利于 19 世纪末至 20 世纪初大规模开采钠硝石供全世界作氮肥。我国新疆维吾尔自治区鄯善县等地农民挖取含 $NaNO_3$ 的戈壁滩表土作肥料，栽种葡萄瓜果等，肥效显著。钠硝石是制造氮肥、硝酸、苦味酸、炸药、染料和其他氮素化合物的矿物原料，还用于玻璃、冶金、轻工等工业部门。

【制法】 开采点少、规模小，用露天开采法。矿石经破碎后，即进入加工程序。新疆鄯善县化工厂（钠硝石矿）选矿加工工艺流程如下：

原矿→破碎→溶化→过滤→澄清→贮罐→平锅熬制→结晶→浮选→离心分离→包装→产品

【安全性】 硝酸钠用塑料编织袋内衬聚乙烯薄膜袋包装，每袋净重 50kg。包装袋上按规定应涂刷牢固的红色标志、“氧化剂”标志、“防热”及“防潮”标志等。每批出厂的产品都应附有质量证明书。硝酸钠具有吸湿性，贮存的仓库应保持通风、干燥并避免与酸、碱类物质、易燃易爆物及其他有机物同仓共存。应装在铁路棚车或其他带盖的交通工具内运输。搬运时应小心轻放，防止摩擦和撞击。

【生产单位】 新疆鄯善县小草湖钠硝石矿，新疆硝石钾肥有限公司。

B027 白云岩

【别名】 白云石

【英文名】 dolomite；dolomitite；dolostone

【结构式】 $CaMg(CO_3)_2$

【物化性质】 白云岩是一种以白云石为主要矿物组分的碳酸盐岩，颜色为灰白色、浅灰白色，含 CaO 30.41%、MgO 21.86%、CO_2 47.73%，常含铁、锰的类质同象混入物。常混入方解石、黏土矿物、菱镁矿、石膏等杂质。矿石一般呈细粒或中粒结构，呈层状、块状、角砾状或砾状构造。白云石属三方晶系，晶体常呈马鞍状菱面体，集合体常为粒状或块状。颜色为无色、白色或浅褐至深褐色。玻璃光泽。硬度 3.5～4，密度 2.8～2.9g/cm^3。不溶于水，煅烧至 700～900℃时失去二氧化碳，成为氧化钙和氧化镁的混合物，称为苛性白云石；当煅烧温度达到 1500℃时，氧化镁变为方镁石，氧化钙变为结晶 α-CaO，白云石是沉积岩中广泛分布的矿物之一。

【质量标准】 白云岩矿床的质量要求可参考以下工业指标。

表 1　耐火材料炉衬用白云岩一般化学成分要求

品位界限	化学成分/%		
	MgO	$Al_2O_3+Fe_2O_3+Mn_3O_4+SiO_2$	其中 SiO_2
边界品位	≥18	≤3.0	≤1.5
工业品位	≥20	≤3.0	≤1.5

表 2　熔剂用白云岩一般化学成分

品位界限	化学成分/%		
	MgO	$Al_2O_3+Fe_2O_3+Mn_3O_4+SiO_2$	其中 SiO_2
边界品位	≥15	≤10	≤4
工业品位	≥16	≤10	≤4

制钙镁磷肥或钙镁钾肥用的白云岩矿产品质量要求：含 MgO≥20%、CaO≥30%，允许少量 SiO_2、Fe_2O_3 和 Al_2O_3 等杂质存在。

化工级白云岩质量要求为：MgO≥19%、CaO≥29%，$SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3+Mn_3O_4<7\%$，其中 $SiO_2\leqslant3.5\%$。

【用途】 白云岩在化学工业中用以制造硫酸镁、钙镁磷肥、轻质碳酸镁、粒状化肥，用作橡胶和医药的填料、土壤酸度的中和剂。还可用作冶金熔剂、建筑石料、耐火材料以及陶瓷、玻璃的配料。亦可提炼金属镁。

【制法】 白云岩矿一般用露天开采法，工艺流程见“磷块岩”。一般不需选矿，当含泥量较大时需进行洗矿。

【安全性】 白云石矿石都是散装于火车、汽车或船只内运输的，装车（船）前，车厢（船舱）应清扫干净，并不能有裂隙或漏洞。每批每车厢（船舱）应装同一品级产品，不得混装。每批矿产品须附质量证明书。矿产品贮存应分级堆放，不得混级；贮存场地要清洁，应严防外来杂物混入或污染。

【生产单位】 安徽省金都矿业发展有限公司，东港晟威矿业股份有限公司，青阳县前程白云石有限公司，桂林五星矿业有限公司，海城市光明矿业有限公司，白云石发展公司（辽宁）。

B028 伊利石

【别名】 水白云母

【英文名】 illite

【结构式】 $KAl_2[(OH)_2(Si、Al)_4O_{10}]$

【物化性质】 伊利石是一种富钾的硅酸盐云母类黏土矿物，因最早发现于美国的伊利岛而得名，其成分与白云母相似，含 K_2O 和 Al_2O_3 比白云母低，含水比白云母高。典型的伊利石含 K_2O 为 6.3%，含 H_2O 为 7.5%。单斜晶系，晶体细小，其粒径通常在 1～2μm 以下，肉眼不易观察。在电子显微镜下常呈不规则的鳞片状集合体，类似蒙脱石。纯者洁白，因含杂质而呈浅绿、浅黄或褐色。块状者油脂光泽。硬度 1～2，密度 2.6～2.9g/cm^3。鳞片能剥开，但弹性比云母差。无膨胀性和可塑性；土壤中的伊利石能从钾肥中汲取钾，并使之贮藏于层间。伊利石是介于云母和高岭石及蒙脱石间的中间矿物，成因有多种：①由长石和云母风化分解而成；②蒙脱石受钾的交代；③热液蚀变；④胶体沉积的再结晶。广泛发育在风化壳、土壤及现代沉积物中，亦产于其他沉积岩和石灰岩中。

【质量标准】 伊利石的质量要求可参考以下指标。

伊利石的质量标准

品级	Al_2O_3/%	K_2O/%	SiO_2/%	$TiO_2+Fe_2O_3$/%	白度/%	粒度
陶瓷级	≥26	≥4		<0.8		
化肥级	≥26	≥7		<0.8		
出口级	≥32	≥6	<54	<1.0	≥85	2μm

【用途】 伊利石具有较好的吸附性、细腻性、易碎性和白度，可用于塑料、化肥、陶瓷、造纸等部门。在塑料工业中用作填料，对聚丙烯等的挠曲强度和韧性有所提高；在化肥工业中，通过物理和化学方法处理，可制成钾钙肥、钾氮肥、氯化钾、磷钾钙肥、硫酸铝、三氯化铝等；在陶瓷工业中用于制造釉面砖、马赛克、空心砖等；在造纸工业中，伊利石黏土粉可用作填料和涂料。

【制法】 应用选矿方法对伊利石提纯，通常包括准备、选分和产品处理三部分。准备部分又包括破碎、制浆等作业，选分部分包括分选、漂白、剥片等作业，产品处理包括浓缩、过滤、干燥、包装等作业。由于矿石类型不同，选矿工艺也不一样，原则流程一般为：

原矿→破碎→捣浆→旋流器分级→离心机选别→剥片→磁选除铁→漂白→精矿

我国对伊利石的开发利用尚处于初级阶段，开采点少，一般用露天开采法。利用伊利石提钾的工艺流程如下：

原矿→破碎至120目→加硫酸起反应→过滤→洗涤→干燥→成品

用于造纸涂布原料的生产工艺为：

手选原矿→初破碎→洗涤→风干→中破碎→细破碎→湿法初磨（助磨剂+水）→超细磨→粒度分级→磁选→化学絮凝漂白→脱水→涂布级泥饼产品。

【安全性】 块矿可散装发运，粉矿用塑料编织袋内衬薄膜包装，每袋净重25kg或50kg，其余事项同“硼砂”。

【生产单位】 我国伊利石黏土矿的产地主要分布在浙江瓯海、开化、春安，甘肃天水、西和，河南平顶山，陕西洛南小文峪，河北邯郸沙河，内蒙古宁城，贵州贵阳阳关，吉林九台等。典型企业如吉林金基鸿业矿业有限公司，舒山伊利石矿业开发有限公司。

B029 海泡石

【英文名】 sepiolite

【结构式】 $H_6Mg_8Si_{12}O_{30}(OH)_{10}\cdot 6H_2O$

【物化性质】 海泡石是一种具层链状结构的含水富镁硅酸盐黏土矿物，理论含MgO 24.8%、SiO_2 55.68%、H_2O 19.47%。斜方晶系或单斜晶系，一般呈块状、土状或纤维状集合体。颜色呈白色、浅灰色、暗灰、黄褐色、玫瑰红色、浅蓝绿色。新鲜面为珍珠光泽，风化后为土状光泽。硬度2～3，密度2～2.5g/cm^3。具有滑感和涩感，粘舌。干燥状态下性脆。收缩率低，可塑性好，比表面大，吸附性强。溶于盐酸，质轻。海泡石还具有脱色、隔热、绝缘、抗腐蚀、抗辐射及热稳定等性能。主要产于海相沉积、风化改造型矿床中；亦出现于热液矿脉中。

【质量标准】 钻井泥浆、油脂脱色和一般工业用海泡石质量应符合建材行业标准JC/T 574—2006，其他用途的海泡石亦可参照采用。

表1 钻井泥浆用海泡石的技术要求

指标名称	指标
悬浮体性能，黏度计600r/min的读数/mPa·s ≥	30.0
筛余量(孔径0.125mm筛)/% ≤	2.0
水分/% ≤	10.00

表2 油脂脱色用海泡石的技术要求

项目	Ⅰ类	Ⅱ类	Ⅲ类
脱色力 ≥	300	220	115
活性度 ≥	80.0		
游离酸(以H_2SO_4计)/% ≤	0.20		
筛余量(孔径0.075mm筛)/% ≤	5.0		
水分/% ≤	10.0		
有害矿物含量/% ≤	3		

表 3　一般工业用纤维状海泡石的技术要求

项目			Ⅰ类			Ⅱ类			Ⅲ类		
规格			4mm	3mm	2mm	4mm	3mm	2mm	4mm	3mm	2mm
外观			呈白色、浅灰色、乳白色、浅黄色								
干式分级/%	+4.0mm	≥	5	—	—	5	—	—	5	—	—
	+3.0mm		40	30	—	40	30	—	40	30	—
	+2.0mm		60	50	30	60	50	30	60	50	30
	+1.0mm		80	60	60	80	60	60	80	60	60
	+0.25mm		90	85	80	90	85	80	90	85	80
	−0.25mm	≤	10	15	20	10	15	20	10	15	20
海泡石含量/%		≥	75			65			55		
水分/%		≤	3.0								
含砂量/%		≤	3.0								
烧失量/%		≤	24.00								
有害矿物含量/%		≤	3								

表 4　一般工业用黏土状海泡石的技术要求

项目		Ⅰ类			Ⅱ类			Ⅲ类		
规格		250	150	75	250	150	75	250	150	75
外观		呈白色、浅灰色、乳白色、浅黄色								
海泡石含量/%	≥	40			25			10		
孔径筛余量/%	≤	5.0								
水分/%	≤	3.0								
含砂量/%	≤	10.0								
烧失量/%	≤	24.00								
有害矿物含量/%	≤	3								

【用途】 海泡石用途非常广泛。在化学工业中用作橡胶的填充剂和补强剂、塑料的发泡灵和脱色剂、生产烧碱的电解隔膜改良剂、日用化妆品的增稠剂和触变剂、制造油漆、各类香波、牙膏、唇膏、油膏、肥皂以及催化剂载体等；在农业中用于改良土壤、育种液载体、农药载体、种子护膜、动物饲料生长促进剂、饲料黏合剂、饲料配料的载体以及尿素、普钙、氯化钾系列复合肥料等；亦可用作制药工业的赋形剂、食品工业的吸毒和脱色剂、环保工业的除臭剂和吸毒剂、轻纺工业的催化剂和悬浮剂、建筑隔声隔热材料、内外墙建筑涂料、钻井泥浆材料、电力系统接地材料、电焊条辅料、铸造型砂黏结剂、火箭和卫星的特殊陶瓷部件、特种用纸、石油精炼的脱色剂和过滤剂、酿酒和制糖的分子筛、香烟过滤嘴、雕刻工艺品和装饰品等。

【制法】 对于沉积型矿床，绝大多数采用露天开采法；而热液型矿床一般使用地下开采法。一般工艺流程见“磷块岩”。选矿方法有湿法和干法，而以湿法为主，其选矿工艺通常采用以物理方法为主，辅以利于分离的化学药剂的综合选矿工艺。一般选矿原则流程如下：原矿→手选→加分散剂搅拌→筛分两次→加分散剂搅拌→分选→加絮凝剂搅拌→机械分级→精矿浆分级→获三个品级精矿浆→加助滤剂混合压滤→滤饼干燥→粉碎→最终产品。

【安全性】 包装要坚固、整洁，每袋净重（25±0.5）kg；使用内衬塑料袋的编织袋包装。贮存和运输过程中应防雨、防潮、

防破包，严禁与农药、化肥、化学药品等混放、混运。

【生产单位】 南阳市卧龙区磊宝海泡石加工有限公司，河北易县鑫昊海泡石绒厂，河南内乡县伟诚矿业有限公司，河北宏利海泡石绒有限公司，河南内乡县德泓海泡石有限责任公司，七里坪海泡石厂。

B030 金红石

【英文名】 rutile

【结构式】 TiO_2

【物化性质】 金红石是含钛的主要矿物之一，理论含钛量60%。四方晶系，常具完好的四方柱状或针状晶形，集合体呈粒状或致密块状。暗红、褐红、黄或橘黄色，富铁者呈黑色；条痕黄色至浅褐色。金刚光泽，铁金红石呈半金属光泽。性脆，硬度6～6.5，密度4.2～4.3g/cm^3，富含铁、铌、钽者密度增大，高者可达5.5g/cm^3以上。能溶于热磷酸，冷却稀释后加入过氧化钠可使溶液变成黄褐色（钛的反应）。金红石可产于片麻岩、伟晶岩、榴辉（闪）岩体和砂矿中。

【质量标准】 原生矿和砂矿经选别富集获得的天然金红石精矿，质量应符合标准YB 839—1987。

指标名称			品级			
			一级	二级	三级	四级
TiO_2/% ≥			93	90	87	85
杂质含量/%	≤	P	0.02	0.03	0.04	0.05
		S	0.02	0.03	0.04	0.05
		Fe_2O_3	0.50	0.8	1.00	1.20

注：1. 表中各项指标均以干基计。

2. 产品中水分含量应不大于1%。

3. 粒度要求是：砂矿产品应全部通过0.18mm筛孔标准筛；原生矿产品应全部通过0.25mm筛孔标准筛。

以钛铁矿作原料，采用预氧化、弱还原酸浸或强还原锈蚀等方法生产的人造金红石产品，以及生产精四氯化钛和供作电焊条涂料用的人造金红石产品，质量应符合有色金属行业标准YS/T 299—2010。

YS/T 299—2010 人造金红石的化学成分

牌号	TiO_2/% ≥	Fe/%	Mn/%	P/%	S/%	C/%	CaO+MgO/%
TiO_2-1	90.0	2.0	2.0	0.03	0.03	0.04	1.0
TiO_2-2	87.0	3.0	3.0	0.04	0.04	0.05	2.0
TiO_2-3	85.0	4.0	3.0	0.04	0.05	0.06	2.0
TiO_2-4	82.0	5.0	4.0	0.05	0.06	0.06	2.5

注：1. 产品粒度：产品应全部通过0.425mm筛孔，0.09mm以下的筛下物不大于30%。

2. 外观质量：产品为褐色粉状物，无目视可见的夹杂物和结块。

3. 其他：需方对产品有特殊要求，可由供需双方另行商定。

【用途】 用于制作钛白粉、海绵钛、钛合金、人造金红石、四氯化钛、硫酸氧钛、氟钛酸钾、氯化铝钛等。钛白粉可制高级白色油漆、白色橡胶、合成纤维、涂料、电焊条以及人造丝的减光剂、塑料和高级纸张的填料，还用于电信器材、冶金、印刷、印染、搪瓷等部门。金红石还是提炼钛的主要矿物原料。钛及其合金具有强度高、密度低、耐腐蚀、耐高温、耐低温、无毒等优良性质，并具有能吸收气体、超

导等特殊功能，因而广泛应用于航空、化工、轻工、航海、医疗、国防及海洋资源开发等领域。据报道，世界上钛矿物90%以上用于生产二氧化钛白色颜料，而此产品在油漆、橡胶、塑料、造纸等工业中的应用越来越广泛。

【制法】 多为露天开采。钛原生矿选矿可分为预选（常用磁选和重选法）、选铁（用磁选法）、选钛（采用重选、磁选、电选及浮选法）三个阶段；钛锆砂矿（主要为海滨砂矿，其次为内陆砂矿）的选矿可分为粗选和精选两个阶段。1995年地矿部郑州综合利用研究所采用磁选、重选、酸浸工艺流程对河南省西峡特大型金红石矿进行选矿，已通过试生产，各项指标均处于国内领先水平。

【安全性】 金红石矿产品在包装和贮运过程中不得混入外来杂物。包装袋材料要求耐腐蚀不易破损。用双层袋包装，内外层规格要配套，内层为塑料袋或布袋（亦可用牛皮纸），外层为编织袋。每件包装净重25kg或50kg。包装时袋口要封严，袋上标志应牢固，字迹清晰不退色。每批矿产品应附符合标准规定的质量证明书。矿产品贮存应分级堆放，不得混级，贮存场地要清洁。

【生产单位】 湖北省枣阳市大阜山金红石矿，山西省代县碾子沟金红石矿，河南省金红石矿床，陕西省安康市镇坪县金红石矿，四川会东新山金红石矿，江苏省新沂市，东海县金红石矿，山东省诸城市上崔家沟金红石矿，山西代县碾子沟天然金红石有限公司，漳州市安泰锆业发展有限公司，江苏东海县三顺矿产品有限公司。

B031 钛铁矿

【英文名】 ilmenite

【结构式】 $FeTiO_3$

【物化性质】 钛铁矿是主要含钛矿物之一，理论含钛量31.6%，含铁36.8%。三方晶系，晶体少见，常呈不规则粒状、鳞片状、板状或片状。颜色铁黑或呈钢灰色，条痕钢灰或黑色，当含有赤铁矿包体时，呈褐或褐红色。金属至半金属光泽，贝壳状或亚贝壳状断口。性脆，硬度5～6，密度4.4～5g/cm³，密度随成分中MgO含量降低或FeO含量增高而增高，具弱磁性。在氢氟酸中溶解度较大，缓慢溶于热盐酸，溶于磷酸并冷却稀释后，加入过氧化钠或过氧化氢，溶液呈黄褐色或橙黄色。钛铁矿可产于各类岩体，在基性岩及酸性岩中分布较广；产于伟晶岩者，粒度较大，可达数厘米。当含矿母岩遭风化作用破坏后，钛铁矿可转入砂矿中。

【质量标准】 以含钛原矿为原料，经选矿富集获得的主要供生产高钛渣、金红石、钛白等使用的钛铁矿精矿，质量应符合有色冶金行业标准YS/T 351—2007。

YS/T 351—2007《钛铁矿精矿》

产品级别	TiO_2/% ≥	$TiO_2+Fe_2O_3+FeO$/% ≥	杂质含量/% ≤		
			CaO+MgO	P	Fe_2O_3
一级	52	94	0.5	0.030	10
二级	50	93	1.0	0.050	13
三级A	49	92	1.5	0.050	17
三级B	48	92	2.0	0.050	17
四级	47	90	2.5	0.050	17
五级	46	88	7.0	0.050	13

注：1. 粒度：产品呈粉状，粒度在149～420μm（120～40目）的部分应不小于75%，粒度小于74μm（200目）的部分不能超过10%。供需双方也可协商。

2. 外观质量：产品为黑色粉末，无目视可见的夹杂物。

经选别所得，供生产钛白粉、富钛料等的原生钛精矿（岩矿），质量应符合黑色冶金行业标准 YB/T 4031—2006。

YB/T 4031—2006《钛精矿（岩矿）》

牌号	化学成分(质量分数)/%			
	TiO_2≥	S≤	P≤	Fe_2O_3≤
TJK47A	47.0	0.18	0.03	7.0
TJK47B		0.16		

注：1. 表中以干矿品位计算。

2. 供方在保证磷、三氧化二铁符合本标准规定时，该两项指标可不逐批进行检验，但应每月对该两项指标进行一次检验。

3. 用于生产酸溶性高钛渣的钛精矿（岩矿），其氧化钙＋氧化镁含量应不大于 8.0%。

4. 钛精矿（岩矿）的水分含量应不大于 1.0%。

5. 钛精矿（岩矿）中不得混入外来杂物。

6. 如需方对钛精矿（岩矿）的化学成分、粒度有特殊要求时，由供需双方商定。

【用途】 同“金红石”。

【制法】 同“金红石”。海南省万宁县乌场钛矿选矿过程是：干采矿石加水形成高浓度矿浆、送至圆锥给矿机进行粗选、摇床去尾、用磁选法获钛铁矿精矿，然后电选分组，再用强磁选、电选、浮选及重选等联合工艺进行分离及提纯，综合回收独居石、金红石、锆。

【安全性】 同“金红石”。

【生产单位】 钛铁矿岩矿主要分布在四川省的攀枝花和红格，米易的白马，西昌的太和，河北省承德的大庙、黑山，丰宁的招兵沟，崇礼的南天门，山西省左权的桐峪，陕西省洋县的毕机沟，新疆的尾亚，河南省舞阳的赵案庄，广东省兴宁的霞岚，黑龙江省的呼玛，北京市昌平的上庄和怀柔的新地。钛铁矿砂矿主要矿床分布在海南省万宁的保定、长安、兴隆，琼海的沙老、南港，陵水的乌石-港坡、万洲坡，文昌的辅前，广西壮族自治区藤县的东胜、三吉壤，广东省化州的平定，云南省保山的板桥，江西省定南的车步、赤水，湖南省岳阳的新墙河、华容县的三郎堰，陕西省安康的月河恒口、大同等地。生产企业如山西代县碾子沟天然金红石有限公司。

B032 硅藻土

【别名】 蛋白石

【英文名】 diatomite；kieselgur；diatomaceous earth；molera

【结构式】 $SiO_2 \cdot nH_2O$

【物化性质】 硅藻土是一种生物成因的硅质沉积岩，含水量不定，最高可达 34%。主要由古代硅藻及其他微小生物如放射虫、海绵骨针等遗体的硅质部分组成，硅藻含量可达 70%～90%。主要矿物成分是蛋白石，其次是水云母、高岭土等黏土矿物和石英长石、有机质等；颜色呈白色、灰白、黄色、灰色、绿色或灰黑色。纯净、质轻、粒细、多孔的硅藻土硬度为 1～1.5，密度一般为 1.9～2.35g/cm³，干燥后为 0.4～0.7g/cm³。孔隙度达 90%左右，易研成粉末。硅藻土具有很强的吸附能力，有良好的过滤性、漂白性、化学稳定性和隔离隔热性。易溶于碱，不溶于除氢氟酸外的任何酸。熔点 1400～1650℃，同时含有游离的二氧化硅，能与游离的氧化钙结合形成钙质硅酸盐。硅藻土矿床分为陆相湖泊矿床和海相沉积矿床两个类型，中国绝大多数硅藻土矿都属于前者。

【质量标准】 块状、粉状的硅藻土矿产品，质量应符合建材行业标准 JC/T 414—2000。

技术指标 \ 产品代号	DF-1	DF-2	DF-3	DF-4	DF-5	DF-6	DK-1	DK-2	DK-3	DK-4	DK-5	DK-6
SiO_2/% ≥	85	80	75	70	60	50	85	80	75	70	60	50

续表

技术指标 \ 产品代号	DF-1	DF-2	DF-3	DF-4	DF-5	DF-6	DK-1	DK-2	DK-3	DK-4	DK-5	DK-6
Al_2O_3/% ≤	5	8	12	14	16	18	6	8	12	14	16	18
Fe_2O_3/% ≤	1.5	3	5	6	7	8	2	3	5	6	8	10
CaO/% ≤	1	1.2	1.5	2.0	3.0	4.0	1	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0
MgO/% ≤	0.8	1.0	1.2	1.5	2.5	3.5	0.8	1.0	1.5	2.0	3.0	5.0
烧失量/% ≤	5	7	8	10	—		5	7	8	10	—	
水分/% ≤	10						15					
堆密度/(g/cm^3) ≤	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.70	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.70
筛余量/% ≤	10			15			—					
pH 值	6.0～8.0						—					
比表面积/(m^2/g)	19.0～65.0						—					

注：1. 外观：硅藻土产品不允许有外来夹杂物，粉状产品应松散。

2. 微观：在显微镜下观察时，有呈各种几何图形排列的微孔结构的硅藻细胞壳壁。

以硅藻土为原料，经高温焙烧而制成的硅藻土焙烧品、硅藻土助熔焙烧品，作为过滤酒类、饮料、食用油脂、糖类等液体食品的助滤剂，质量应符合食品安全国家标准 GB 14936—2012。

GB 14936—2012 硅藻土理化指标

项　　目	指标
SiO_2含量/% ≥	75
pH 值	5～11
水可溶物/% ≤	0.5
盐酸可溶物/% ≤	3.0
灼烧失重/% ≤	0.5
铅(以 Pb 计)/(mg/kg) ≤	4.0
砷(以 As 计)/(mg/kg) ≤	5.0

注：1. 原料要求：加工用原料应符合相关法规和标准要求。

2. 感官要求：①硅藻土焙烧品为粉红色或淡红褐色或淡黄色粉末；②硅藻土助熔焙烧品为白色或淡红褐色粉末。

3. 添加剂的使用应符合 GB 9685 的规定。

以硅藻土为主要原料，经焙烧或助熔焙烧制成的食品、医药用和工业用硅藻土助滤剂，质量应符合国家标准 GB 24265—2014。

表 1　食品、医药用硅藻土助滤剂理化指标

指标名称	BS 系列	ZBS 系列
外观	淡黄色、红褐色	粉色、粉白色、白色
	粉末状，具有硅藻壳壁微孔结构	
气味	无异味	
渗透率/darcy	0.05～0.5	>0.5～12.0
水分/%	≤0.3	≤0.5
水可溶物/%	≤0.2	≤0.5
pH 值(10%水浆值)	5.5～9.0	7.0～11.0
盐酸可溶物/%	≤3.0	
灼烧失量/%	≤2.0	
氢氟酸残留物/%	≤20.0	
振实密度/(kg/m^3)	≤530	
SiO_2/%	≥85.0	
Fe_2O_3/%	≤1.5	
Al_2O_3/%	<5.0	
CaO/%	<0.5	
MgO/%	<0.4	
可溶性铁离子①/(mg/kg)	≤50	
铅(以 Pb 计)/(mg/kg)	≤4.0	
砷(以 As 计)/(mg/kg)	≤5.0	

① 仅用于啤酒行业。

表 2 工业用硅藻土助滤剂理化指标

指标名称	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级
外观	BS 系列：淡黄色、红褐色。ZBS 系列：粉色、粉白色、白色粉末状，具有硅藻壳壁微孔结构		
渗透率/darcy	0.1～12.0		
水分/%	≤0.50		
水可溶物/%	≤0.5		
pH 值(10%水浆值)	5.5～11.0		
振实密度/(kg/m^3)	≤530		
SiO_2/%	≥85.0	≥82.0	≥80.0
Fe_2O_3/%	≤1.5	<2.0	<2.5
Al_2O_3/%	<5.0	<6.0	<7.0
CaO/%	<0.5	<0.7	<0.9
MgO/%	<0.4	<0.6	<0.8

【用途】 硅藻土用作合成树脂、化学纤维、染料、涂料、溶剂、酸类、电解液、甘油等的过滤剂，化肥和农药的载体，塑料、橡胶、杀虫剂的理想填料，回收硫氰酸钠的助滤剂，去除尼龙溶液中脱色用的活性炭，硝酸铵球粒的防结块剂等。还广泛用于轻工、食品、医药、建材、石油、造纸、环保等部门。硅藻土有广阔的开发前景。

【制法】 均为露天开采，多数矿山用土法，少数矿山达到半机械化程度。选矿方法一般采用重力选矿，其工艺流程通常为：原矿→一段磨矿及干燥→二段磨矿及干燥→预分选→旋流器分离→粉状产品

【安全性】 A 类产品采用内衬塑料薄膜，外加塑料编织袋进行包装。B 类产品一般采用塑料编织袋包装（有特殊要求者也可加内衬塑料薄膜）。经供需双方协商也可采用其他包装或散装，但不得对环境造成污染。产品应有出厂标志，产品在运输过程中应备有防雨措施，以防产品受潮；装卸过程中严禁抛掷和用铁钩提拉。贮存时堆放地应清洁干燥。

【生产单位】 长白朝鲜族自治县川一硅藻土有限公司，吉林泽丰矿业有限责任公司，青岛盛泰硅业有限公司，嵊州市兴龙硅藻土开发制品有限公司，临江益瑞石硅藻土有限公司。

B033 硬石膏

【别名】 无水石膏

【英文名】 anhydrite

【结构式】 $CaSO_4$

【物化性质】 硬石膏是一种不含水的钙硫酸盐矿物，理论含 CaO 41.2%、SO_3 58.8%，有时有少量锶和钡代替钙，常含泥质、有机质、白云石、方解石等杂质。斜方晶系，晶体呈厚板状，集合体呈致密块状或纤维状。颜色为带浅蓝、浅灰或浅红的白色，有时呈红色或褐色。条痕白色或灰白色。玻璃光泽，解理面呈珍珠光泽。硬度 3～3.5，密度 2.8～3.0g/cm^3。粉末溶于硫酸，在水中难溶，易溶于盐酸。硬石膏主要产于古代沉积岩中，常系海湾或泻湖等咸化盆地中之化学沉积。当温度接近或超过 42℃时，可直接由海水蒸发形成。一般常由石膏受热或高压脱水形成。常与天青石、钾石盐、石盐、石膏、白云石及方解石等共生。

【质量标准】 同“石膏”。

【用途】 同 B007“石膏”。

【制法】 同“石膏”。

【安全性】 同“石膏”。

【生产单位】 同“石膏”。

B034 膨润土

【别名】 膨土岩；斑脱岩；蒙脱石

【英文名】 bentonite

【结构式】 $(Na, Ca)_{0.33}(Al, Mg, Fe)_2[(Si, Al)_4O_{10}](OH)_2 \cdot nH_2O$

【物化性质】 膨润土是一种以蒙脱石为主要矿物成分（可达 85%～90%）的黏土岩，亦称蒙脱石黏土岩，常含少量伊利石、高岭

石、埃洛石、绿泥石、沸石、石英、长石、方解石等；分析值：Al_2O_3 16.54%、FeO 0.26%、SiO_2 50.95%、Fe_2O_3 1.36%、MgO 4.65%、CaO 2.26%、K_2O 0.47%、H_2O 23.29%。一般为白色、淡黄色，因含铁量变化又呈浅灰、浅绿、粉红、褐红、砖红、灰黑色等。具蜡状、土状或油脂光泽。膨润土有的松散如土，也有的致密坚硬；主要化学成分是二氧化硅、三氧化二铝和水，还含有铁、镁、钙、钠、钾等元素，Na_2O 和 CaO 含量对膨润土的物理化学性质和工艺技术性能影响颇大。蒙脱石矿物属单斜晶系，通常呈土状块体，白色，有时带浅红、浅绿、淡黄等色。光泽暗淡。硬度 1～2，密度 2～3g/cm^3。按蒙脱石可交换阳离子的种类、含量和层电荷大小，膨润土可分为钠基膨润土（碱性土）、钙基膨润土（碱土性土）、天然漂白土（酸性土或酸性白土），其中钙基膨润土又包括钙钠基和钙镁基等。膨润土具有强的吸湿性和膨胀性，可吸附 8～15 倍于自身体积的水量，体积膨胀可达数倍至 30 倍；在水介质中能分散成胶凝状和悬浮状，这种介质溶液具有一定的黏滞性、能变性和润滑性；有较强的阳离子交换能力；对各种气体、液体、有机物质有一定的吸附能力，最大吸附量可达 5 倍于自身的质量；它与水、泥或细砂的掺合物具有可塑性和黏结性；具有表面活性的酸性漂白土能吸附有色离子。

【质量标准】 膨润土的质量指标应符合国家标准 GB/T 20973—2007。

表 1 铸造用膨润土的质量指标

产品等级		一级品	二级品	三级品	四级品
湿压强度/kPa	≥	100	70	50	30
热湿拉强度/kPa	≥	2.5	2.0	1.5	0.5
吸蓝量/(g/100g)	≥	32	28	25	22
过筛率(75μm,干筛)(质量分数)/%	≥	85			
水分(105℃)(质量分数)/%		9～13			

注：铸造用钙基膨润土热湿拉强度不做要求。

表 2 冶金球团用膨润土的质量指标

产品属性		钠基膨润土			钙基膨润土		
产品等级		一级品	二级品	三级品	一级品	二级品	三级品
吸水率(2h)/%	≥	400	300	200	200	160	120
吸蓝量/(g/100g)	≥	30	26	22	30	26	22
膨胀指数/(mL/2g)	≥	15			5		
过筛率(75μm,干筛)(质量分数)/%	≥	98	95	95	98	95	95
水分(105℃)(质量分数)/%		9～13			9～13		

表 3 钻井泥浆用膨润土质量指标

产品品种		钻井膨润土	未处理膨润土	OCMA 膨润土
黏度计 600r/min 读数	≥	30	—	30
屈服值/塑性黏度	≤	3	1.5	6
滤失量/cm^3	≤	15.0	—	16.0
75μm 筛余(质量分数)/%	≤	4.0	—	2.5

续表

产品品种		钻井膨润土	未处理膨润土	OCMA 膨润土
分散后的塑性黏度/mPa·s	≥	—	10	—
分散后的滤失量/cm^3	≤	—	12.5	—
水分(质量分数)/%	≤	—	—	13.0

注：本标准（GB/T 20973—2007）适用于铸造、冶金球团和钻井泥浆用膨润土。本标准（GB/T 20973—2007）不适用于经无机酸或有机物处理而使膨润土的结构和组分已发生本质改变的加工制成品。

【用途】 膨润土可作为黏结剂、吸附剂、填充剂、触变剂、絮凝剂、洗涤剂、稳定剂、增稠剂等，用作化肥、杀菌剂和农药的载体，橡胶和塑料的填料，合成树脂和油墨的防沉降助剂，颜料和原浆涂料的触变和增稠，日用化工品的添加剂，医药的吸着剂和黏结剂等，还广泛用于石油、冶金、铸造、机械、陶瓷、建筑、轻工、造纸、纺织和食品等部门。膨润土按用途分为三类，铸造用膨润土，以 F 表示；冶金球团用膨润土，以 P 表示；钻井泥浆用膨润土，以 M 表示。

【制法】 开采方法有露天开采和地下开采，以露天开采为主。露天开采工艺流程：

剥离（运输）→采矿（包括装运）→破碎→磨粉→干燥→装袋

地下开采的主要采矿方法为房柱法、空场法和分层崩落法，工艺流程为：

开拓→采准→切割→回采（包括装运）→井下运输→提升破碎→磨粉→干燥→装袋

选矿方法一般在采矿时直接用人工手选。

【安全性】 包装袋应具有足够的强度，不允许破损。每袋净重 25kg 或 50kg，允许误差±5%。但每批产品中任意抽检 50 袋，其平均质量不应少于 25kg 或 50kg。包装袋上应印有产品标志。每批产品中应附有产品合格证。运输及贮存应注意防雨、防潮。

【生产单位】 浙江丰虹新材料股份有限公司，内蒙古宁城天宇化工有限公司，四平刘房子爱思克膨润土有限公司，河北邯郸双峰膨润土有限公司，潍坊市坊子区振兴膨润土厂，辽宁金石科技集团有限公司，信阳市平桥区新光膨润土厂，浙江红宇新材料有限公司，张家口恒泰膨润土有限责任公司。

B035 硅灰石

【英文名】 wollastonite

【结构式】 $CaSiO_3$；$CaOSiO_2$

【物化性质】 硅灰石是一种钙质偏硅酸盐矿物，理论含 SiO_2 51.75%、CaO 48.25%，常含铁、锰、镁。三斜晶系，细板状晶体，集合体呈放射状或纤维状。颜色呈白色，有时带浅灰、浅红色调。玻璃光泽，解理面呈珍珠光泽。硬度 4.5～5.5，密度 2.75～3.10g/cm^3。完全溶于浓盐酸，一般情况下耐酸、耐碱、耐化学腐蚀。吸湿性小于 4%，吸油性低、电导率低、绝缘性较好。硅灰石是一种典型的变质矿物，主要产于酸性岩与石灰岩的接触带，与符山石、石榴石共生。还见于深变质的钙质结晶片岩、火山喷出物及某些碱性岩中。

【质量标准】 陶瓷、涂料、摩擦材料、密封材料、电焊条等领域使用的硅灰石产品，质量应符合建材行业标准 JC/T 535—2007。

建材行业标准 JC/T 535—2007

检测项目			技术要求			
			一级品	二级品	三级品	四级品
硅灰石含量/%		≥	90	80	60	40
二氧化硅含量/%			48～52	46～54	41～59	≥40
氧化钙含量/%			45～48	42～50	38～50	≥30
三氧化二铁含量/%		≤	0.5	1.0	1.5	—
烧失量/%		≤	2.5	4.0	9.0	—
白度/%		≥	90	85	75	—
吸油量/%			18～30(粒径小于 5μm,18～35)			—
水萃液酸碱度		≤	46			—
105℃挥发物含量/%		≤	0.5			
细度	块粒,普通粉筛余量/%	≤	1.0			
	细粉,超细粉大于粒径含量/%	≤	8.0			

注：1. 产品外观质量要求：块粒硅灰石产品中不允许夹杂木屑、铁屑、杂草等，不被其他杂物污染；粉状硅灰石产品中不得有肉眼可见的杂质。

2. 硅灰石产品按粒径分为五类：

类别	块粒	普通粉	细粉	超细粉	针状粉
粒径	1～250mm	＜1000μm	＜38μm	＜10μm	长径比≥8∶1

【用途】 硅灰石可用作橡胶、塑料、树脂、油漆、涂料的填充剂。还广泛用于陶瓷、冶金、建筑、机械、电子、焊接、造纸、农业和汽车工业等部门。硅灰石具有广阔的开发前景。

【制法】 国内硅灰石已开发利用的矿山皆为露天开采。机械化程度较低。选矿方法随其产出特征和矿石类型的不同而有所不同，广泛应用的方法有手选、光电拣选、磁选、浮选、电选、重选等。采用浮选法选矿的工艺流程如下：

原矿→磨矿→方解石粗选→两次扫选→两次精选→方解石精矿

↓

石英三次浮选→硅灰石精矿

【安全性】 硅灰石块粒状产品可以散装或袋装，散装时直接装入运输车内，产品应防止混杂污染。袋装者采用编织袋包装，质量按用户要求。硅灰石粉状产品采用内衬塑料袋的编织袋包装。包装袋上应有产品标志。不同等级的产品应分别堆放，严禁混堆混级。堆放场地应干净卫生、通风、干燥。运输过程中应防止其他杂质混入和污染产品，注意防雨、防雪、防破包、防止不同等级产品混杂。

【生产单位】 新余市思远矿业有限公司，湖北冯家山硅纤有限公司，江西上高县荣恩矿业有限公司，吉林省梨树大顶山硅灰石有限责任公司，新余蒙和硅灰石有限公司，黄石德诚实业集团有限公司，辽宁调兵山市东方矿产有限公司。

B036 锂辉石

【英文名】 spodumene；spodumenite

【结构式】 $LiAl(SiO_3)_2$；$Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$

【物化性质】 锂辉石是主要含锂矿物之

一，又称 2 型锂辉石，理论含锂量 3.75%（氧化锂 8.04%）。单斜晶系，晶体常呈柱状、粒状或板状。颜色呈灰白、灰绿、翠绿、紫色或黄色等。玻璃光泽，条痕无色。硬度 6.5～7，密度 3.03～3.22g/cm³。锂辉石主要产于富锂花岗伟晶岩中，共生矿物有石英、钠长石、微斜长石等。晶体在加热或被紫外线照射时会改变颜色，在阳光作用下也会失去光泽。焙烧至 1000℃左右时迅速转变为 β 型锂辉石，并具热裂性质。

【质量标准】 采用各种选矿方法富集而获得的锂辉石精矿，质量应符合有色冶金行业标准 YS/T 261—2011。

品级	Li_2O/% ≥	杂质/% ≤				推荐性用途
		Fe_2O_3	MnO	Na_2O+K_2O	P_2O_5	
微晶级-1	7.50	0.15	0.10	1.0	0.5	主要用于生产微晶玻璃和高档陶瓷釉料
微晶级-2	7.00	0.30	0.15	1.5	0.5	
陶瓷级	6.50	0.60	0.25	1.8	0.5	主要用于生产陶瓷
化工级-1	6.00	2.5	0.40	2.00	0.5	主要用于生产锂的其他化工产品
化工级-2	5.50	2.8	0.50	3.00	0.5	
玻璃级	5.00	0.25	0.15	3.00	0.5	主要用于生产玻璃

注：1. 粒度大小由供需双方商定。
2. 锂辉石精矿水分不大于 8%。
3. 外观质量：产品中不得混入目视可见外来夹杂物。

【用途】 锂辉石是目前锂化学制品的主要工业矿物原料。溴化锂、氯化锂、氢氧化锂等锂化合物广泛用于空调、制冷、除湿和空气净化；丁基锂用作主体异性橡胶和合成橡胶的聚合催化剂；锂基润滑脂用于军事机械化装备、石油化工设备、精密仪表等；锂电池用于心脏起搏器、助听器、袖珍计算机、闪光灯、电子手表等电子器件。锂离子电池广泛用于手机、笔记本电脑、数码相机等，金属锂和锂材还广泛用于原子能、航空、航天、军事、冶金、电子、玻璃、陶瓷、机械制造等工业部门。锂的用途在不断扩大，正在开拓的新用途是用于可控热核聚变堆和碳酸锂溶液燃料电池等。锂是未来的“能源”金属，可望成为给人类长期供给能源的重要燃料。

【制法】 有露天开采，也有地下开采。选矿方法为人工拣选、浮选、重介质选、磁选、热选（又称热裂选）。新疆维吾尔自治区富蕴县可可托海矿务局锂辉石选矿工艺流程如下：

原矿→破碎→棒磨→两次旋转螺旋溜槽重选和水力分级→精选→钽铌粗精矿

↓

闭路磨矿→搅拌调浆→粗选→精选→扫选→精选→锂辉石精矿

【安全性】 块状精矿采用袋装，每袋净重 50kg，袋口封严；粉状精矿采用散装或袋装，其中袋装者与块状精矿相同要求，散装的具体要求由供需双方议定。包装袋上应标明供方名称、产品名称、品级、批号。如为散装发运，可按上述内容填单交给需方。运往需方的每批精矿应随附质量证明书。贮存堆放场地应清洁干燥，不同级别产品应分别堆放，不得混级。

【生产单位】 江西毅信矿业有限公司，新疆有色金属工业（集团）有限责任公司，四川天齐矿业有限责任公司，四川国理锂材料有限公司，甘孜州融达锂业有限公司。

B037 软锰矿

【英文名】 pyrolusite

【结构式】 MnO_2

【物化性质】 软锰矿是主要含锰矿物之一，常与硬锰矿共生，理论含锰量63.19%。斜方晶系，晶体呈细柱状或针状；通常呈块状、粉末状集合体。钢灰至黑色，条痕蓝黑至黑色，半金属光泽。断口不平坦。硬度随形态和结晶程度而异，呈显晶者为5～6，呈隐晶或块状集合体者降为1～2。密度4.7～5.0g/cm^3。能污手，性脆。加过氧化氢剧烈起泡放出大量氧气；缓慢溶于盐酸放出氯气，并使溶液呈淡绿色。软锰矿主要由沉积作用形成。

【质量标准】 锰矿石按工业用途分为冶金锰矿石和化工锰矿石，后者为氧化锰矿中较纯的软锰矿。化工用二氧化锰矿粉质量应符合黑色冶金行业标准 YB/T 5084—2005。

锰矿粉含量以干矿品位计算，按含MnO_2≥75%、70%、65%、60%、55%、50%、45%分别定为特级、一级至六级共七个品级。产品通过0.125mm目筛的筛下质量应占总质量的95%以上，如果需方有不同要求以及对产品的杂质成分及其含量要求，均由供需双方议定。产品的湿存水以供方包装时的检验结果为准，应不大于4%。

此外，制硫酸锰用的锰矿粉的一般质量要求如下：

品种名称	Mn/%	MnO_2/%	Fe/%	Ca+Mg/%	粒度/目
天然二氧化锰矿粉	≥38	>60	≤6	≤2	-120
天然碳酸锰矿粉	≥2	—	≤4	≤10	-120

【用途】 化学工业上用于生产硫酸锰、高锰酸钾、碳酸锰、氯化锰、硝酸锰、一氧化锰等。硫酸锰用作肥料和饲料添加剂。医药部门用锰的化合物作消毒剂、氧化剂、催化剂、洗胃剂和催吐剂。锰用作干电池和制氮肥的脱硫剂；还广泛用于冶金、陶瓷、玻璃、轻工、机械、火柴、电子、染料、国防、通信、环保等部门。

【制法】 多为地下开采，一般工艺流程同“磷块岩”。常用的选矿方法有手选、磁选、浮选、重选等，此外化学选矿和细菌浸取法用于锰矿石亦有大量试验。

湖南省湘潭锰矿选矿工艺流程如下：

原矿→粗碎→中碎→筛分→跳汰选→锰精矿
　　　　　　　　　　↓　　　↓
　　　　　　　　摇床选→磨矿→锰精矿

【安全性】 产品在包装和贮运过程中不得混入外来杂质。用有内衬袋的编织袋或麻袋包装，每袋净重40kg或50kg。包装袋上应拴标签。产品应存放于库房内，避免潮湿，运输过程中要避免雨淋。

【生产单位】 湖南青冲锰业有限公司，耒阳大吉锰业有限公司，广西大锰锰业有限公司，云南文山斗南锰业股份有限公司。

B038 稀土矿

【别名】 稀土元素矿；稀土金属矿

【英文名】 rare earth ore；rare earth element ore；rare earth metal ore

【结构式】 常用R或RE表示。

【物化性质】 稀土是化学元素周期表中镧系（镧、铈、镨、钕、钷、钐、铕、钆、铽、镝、钬、铒、铥、镱、镥）15个元素和21号元素钪、39号元素钇（共17个元素）的总称。据其物理化学性质的差异性和相似性，可分成三个组：轻稀土组（镧～钷）、中稀土组（钐～镝）、重稀土组（钬～镥加上钪和钇）。已发现的稀土矿物有250种以上，其中具有工业价值的有50～60种，最重要的稀土矿物有氟碳铈（镧）矿、独居石、磷钇矿、离子吸附型稀土矿、褐钇铌矿等。稀土金属的光泽介于银和铁之间。杂质含量对它们的性质影响很大，使之物理性质常有明显差异。

大多数稀土金属具有顺磁性；钆在0℃时比铁具有更强的铁磁性；铽、镝、钬、铒等在低温下也呈现铁磁性。纯稀土金属导电性好，杂质含量越高，导电性越差。稀土金属具有可塑性，以钐和镱为最好。镧在6K时是超导体。镧、铈的低熔点和钐、铕、镱的高蒸气压显示其物理性质的极大差异。钐、铕、钆的热中子吸收截面比镉、硼还大。稀土元素的化学活泼性很强，能生成极稳定的氧化物、卤化物和硫化物等。在较低的温度下能与氢、碳、氮、磷及其他元素起作用，除钐、钇、钆之外，都能被腐蚀，并能溶于任何浓度的硫酸、盐酸，还溶于浓硝酸、碱金属氯化物溶液。与水作用放出氢气。

【质量标准】 见“氟碳铈矿”、“独居石”、“磷钇矿”、“离子吸附型稀土矿”、“褐钇铌矿”等。

【用途】 稀土以多种形式被利用，主要形式有：各种稀土富集物、混合稀土化合物、混合稀土金属、稀土合金、单一稀土化合物、稀土金属、稀土超微粉末、高纯中稀土和重稀土等。在化学工业中稀土化合物等用作合成橡胶、人造纤维、有机合成、合成氨的催化剂，油漆的催干剂，杀虫剂，灭菌剂，稀土微肥，稀土碳铵复合肥等。稀土还广泛用于冶金、石油、医药、电子、玻璃、陶瓷、轻纺、航天、核等工业部门，应用的前景非常广阔。

【制法】 多为露天开采。通常采用以下选矿方法：辐射选矿法（多用于稀土矿石的预选）、重力选矿法（广泛用于海滨砂矿的生产）、磁力选矿法（用于海滨砂矿和稀土脉矿的生产）、浮游选矿法（多用于稀土脉矿的生产）、电选法（常用于海滨砂矿重砂的精选作业）、化学选矿法（用于离子吸附型稀土矿）。

【安全性】 见“氟碳铈矿”、“独居石”、“磷钇矿”、“离子吸附型稀土矿”、“褐钇铌矿”等。

【生产单位】 江西南方稀土高技术股份有限公司，包钢稀土，五矿稀土股份有限公司，甘肃稀土新材料股份有限公司，赣州稀土集团有限公司，内蒙古包钢和发稀土有限公司，广晟有色金属股份有限公司。

B039 独居石

【别名】 磷铈镧矿；磷镧铈石

【英文名】 monazite；phosphocerite

【结构式】 Ce[PO_4]；(Ce、La)[PO_4]

【物化性质】 独居石是稀土金属矿的主要矿物之一，常含钍、锆等，理论含Ce_2O_3 34%～99%、La_2O_3 34.74%。单斜晶系，晶体呈细小板状。棕红、黄或黄绿色，油脂光泽或玻璃光泽，贝壳状至参差状断口。性脆，硬度5～5.5，密度4.9～5.5g/cm^3。在紫外光照射下发鲜绿色荧光。因常含铀、钍、镭，故具有放射性。主要产于伟晶岩、花岗岩及其与之有关的期后矿床中，共生矿物可有氟碳铈矿、磷钇矿、锂辉石、锆石、绿柱石、磷灰石、金红石、钛铁矿、萤石、重晶石或铌铁矿等。由于独居石的化学性质比较稳定、密度较大，故常形成滨海砂矿和冲积砂矿。独居石溶于硫酸，与KOH溶合后加钼酸铵便出现磷钼酸铵黄色沉淀。

【质量标准】 砂矿经选矿富集获得的干品独居石精矿，可供提取稀土化合物和提取钍等，其质量应符合稀土行业标准XB/T 104—2010。

稀土行业标准 XB/T 104—2010

产品牌号	化学成分(质量分数)/%							
	REO	ThO_2	杂质含量 ≤					
	≥	≥	CaO	TiO_2	ZrO_2	SiO_2	Fe_2O_3	水分
000260	60	5	1.0	1.5	1.5	2.5	1.5	0.5

续表

产品牌号	化学成分(质量分数)/%							
	REO	ThO_2	杂质含量 ≤					
	≥	≥	CaO	TiO_2	ZrO_2	SiO_2	Fe_2O_3	水分
000255	55	5	2.5	2.0	2.0	3.0	2.5	0.5
000250	50	4	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	0.5

注：1. 产品中不得混有磷钇矿（Y_2O_3/REO≤5%）。
2. 产品为土黄色细砂粒状。
3. 产品必须洁净，不得混入外来夹杂物。

【用途】 独居石是提取铈、镧等稀土金属的主要矿物原料。

【制法】 露天开采，滨海砂矿可用水力开采法。独居石选矿一般采用重选、磁选、电选、浮选联合流程，分粗选和精选两个阶段，获得独居石精矿、锆石精矿和钛铁矿精矿。砂矿无需破碎和磨矿，可直接入选。独居石海滨砂矿采选工艺流程：

原矿→水力开采→筛分→重选→粗精矿重砂→重选→磁选→独居石精矿

【安全性】 同“金红石”。

【生产单位】 漳州市安泰锆业发展有限公司。

B040 磷钇矿

【英文名】 xenotime

【结构式】 Y[PO_4]

【物化性质】 磷钇矿是稀土矿的主要矿物之一，是一种磷酸盐矿物，理论含 Y_2O_3 61.40%、P_2O_5 38.62%，常含铒、铈、镧和钍等元素。四方晶系，晶体呈四方柱状或双锥状，集合体呈散染粒状或致密块状。颜色呈黄褐色、红色或灰色。玻璃光泽至油脂光泽。硬度 4～5，密度 4.4～5.1g/cm^3。常具放射性，也具弱的多色性，化学性质稳定。主要产于花岗岩、花岗伟晶岩、基性花岗岩中，与锆石、独居石、电气石、褐帘石等共生。此外，常产于砂矿中。

【质量标准】 砂矿经选矿富集获得的干品磷钇矿精矿，主要用于提取稀土化合物，其质量应符合稀土行业标准 XB/T 105—2011。

稀土行业标准 XB/T 105—2011

产品牌号	化学成分(质量分数)/%					
	REO + ThO_2	Y_2O_3/REO	杂质含量≤			
	≥	≥	ThO_2	TiO_2	ZrO_2	SiO_2
000360	60.0	60.0	1.0	1.0	1.2	4.0
000357	57.0	60.0	1.3	2.0	1.5	5.0
000355	55.0	60.0	1.5	3.0	1.8	5.5
000353	53.0	60.0	1.7	4.0	2.0	6.0
000350	50.0	60.0	2.0	5.0	2.5	6.5

注：1. 产品为棕黄色细砂。
2. 产品必须洁净，无目视可见夹杂物。

【用途】 是提取稀土元素钇的重要矿物原料。

【制法】 多为露天开采。选矿方法有重选、磁选、电选和浮选。广东省雪山磷钇矿选矿工艺流程：

原矿→磨矿粗选（摇床）→两次精选

（摇床）→重砂分级→分级分别磁选→分别得磷钇矿精矿与独居石精矿

【安全性】 同“金红石”。

【生产单位】 中国中南地区有磷钇矿风化壳矿床，如广东省阳江县南山海稀土矿，海南省琼海县稀土矿，广东省雪山稀土矿等。稀土生产企业可参考“B038 稀土矿”。

B041 磁黄铁矿

【英文名】 pyrrhotite；pyrrhotine

【结构式】 $Fe_{1-x}S$（式中 x 表示铁原子亏损的数量，通常为0.1～0.2）

【物化性质】 磁黄铁矿是硫铁矿石中的主要含硫矿物之一，理论含S 36.47%，实际可达39%～40%，因为常有 Fe^{2+} 被 Fe^{3+} 所代替；含Fe 63.53%。有时含少量镍和钴。属六方晶系或单斜晶系，晶体呈六方板状、锥状或柱状，通常为致密块状集合体产出。颜色为暗青铜黄色，条痕灰黑色，金属光泽。性脆，硬度4，密度4.58～4.7g/cm^3。具有磁性，是电的良导体。难溶于盐酸和硝酸。常产于各种内生矿床中，并与黄铁矿、黄铜矿、磁铁矿、闪锌矿或方铅矿等共生。磁黄铁矿在风化作用下是最易分解的硫化物，开始变成硫酸铁，再经水解而成为不溶于水的氢氧化铁。磁黄铁矿在一定条件下易自燃。

【质量标准】 参见“黄铁矿”。

【用途】 参见“黄铁矿”。

【制法】 中国磁黄铁矿型硫铁矿开采矿山少，可以福建省大田县铭溪矿和辽宁省丹东市张家沟矿为代表。二者均为地下开采矿山。前者用房桩采矿法、后者用分段采矿法。坑采工艺流程同“磷块岩”。选矿方法有浮选和浮选-磁选联合流程。

【安全性】 参见“黄铁矿”。磁黄铁矿产品容易氧化、自燃和结块，不宜远距离运输和长期堆放。

【生产单位】 中国甘肃金川、吉林盘石等铜镍硫化物矿床中均富产磁黄铁矿。

B042 白钠镁矾

【英文名】 bloedite；astrakhanite

【结构式】 $Na_2Mg(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$

【物化性质】 白钠镁矾是一种含水的钠镁硫酸盐矿物，亦是芒硝矿床（别称硫酸钠矿床）的主要矿物之一，理论上含 Na_2O 18.53%、MgO 12.06%、SO_3 47.87%、H_2O 21.54%。单斜晶系，晶体常呈短柱状，集合体呈粒状、致密块状、纤维状或瘤状。无色透明，有时为白色、浅蓝、浅红、灰色、绿色或褐色。性脆，玻璃光泽，硬度2.5～3，密度2.2～2.5g/cm^3。烧之易失水，火焰呈黄色。易溶于水；温度高于24.5℃时溶解于水，并生出芒硝的沉淀。味微咸带苦味。白钠镁矾主要产于内陆盐湖沉积物中，通常与石盐、芒硝、光卤石、杂卤石、泻利盐或钾盐镁矾共生。

【质量标准】 DZ/T 0212—2002 钙芒硝矿的一般工业指标

计量组分	开采方式		工业指标				水溶系列有害组分最大允许含量
			边界品位/%	最低工业品位/%	最小开采厚度/m	夹石剔除厚度/m	
Na_2SO_4	固体	露天开采	≥25	≥35	0.5～0.1	0.2～0.6	Fe≤0.02% NaCl≤1.2% Na_2SO_4≤0.1%

【用途】 同“芒硝”。

【制法】 开采方法有露天开采、溶滤开采、地下坑道开采与水溶开采相结合的方法。山西省运城（市）盐化局芒硝矿生产

芒硝兼用“垦畦浇晒”法和“凿井卤晒盐”法，而以前者为主。其工艺流程为：

┌─卤水(或固体矿石水溶后液体)
↓
引入盐畦→日晒蒸发浓缩→沉淀分离→芒硝
↓
卤水入盐畦

冬季结晶析出芒硝→浓缩养护→日晒蒸发浓缩(夏季)→结晶析出石盐
└→分离→硫酸镁

一般是冬季采硝，夏季产盐。

【安全性】 同“芒硝”。

【生产单位】 白钠镁矾主要产于内陆盐湖沉积物中。我国西藏、青海、新疆、内蒙古、山西等地拥有丰富的盐湖资源，贮藏有大量的白钠镁矾。

B043 钠硼解石

【别名】 硼钠方解石；硼钠钙石

【英文名】 ulexite

【结构式】 $NaCaB_5O_9 \cdot 8H_2O$

【物化性质】 钠硼解石为盐湖硼矿的主要硼矿物之一，理论上含 Na_2O 7.65%、B_2O_3 42.95%、CaO 13.85%。常杂有 K_2O 和 MgO 及其他外来物质。三斜晶系，单斜晶系，完好者少见，通常为纤维状、针状或毛发状，组成似“棉花球”一样的白色丝绢状疏松团块。集合体呈纤维状、结核状、扁豆状、土状等。单晶体无色，玻璃光泽；纤维状集合体呈白色，丝绢光泽，微透明。性极脆，手能捏成粉末。硬度2.5，密度1.955g/cm^3。不溶于冷水，溶于热水，易溶于酸。烧之膨胀，有滑感。钠硼解石为典型的干旱地区内陆湖相化学沉积产物，常与石盐、石膏、芒硝、天然碱、钠硝石、硼砂、水方硼石、柱硼镁石、板硼钙石或库水硼镁石等共生；亦可呈次生矿物产于盐沼中。

【质量标准】 同“硼镁石”。

【用途】 同“硼镁石”。

【制法】 钠硼解石产于第四纪内陆盐湖中，埋藏浅，一般采用露天开采。选矿一般以手选为主。采选工艺流程如下：

矿山→剥离（运输）→采矿（包括装运）→手选→矿仓

【安全性】 火车、汽车散装运输，矿山交货。

【生产单位】 华峰硼业（新疆）。

B044 化工灰岩

【英文名】 chemical limestone

【结构式】 $CaCO_3$（方解石）

【物化性质】 石灰岩是一种以方解石为主要矿物组分的碳酸盐岩，理论含量：CaO 56.04%、CO_2 43.96%。方解石属三方晶系，常呈复三方偏三角面体及菱面体结晶，集合体呈粒状、鲕状、钟乳状或致密块状。无色或白色，玻璃光泽。石灰岩中常含少量白云石和黏土质矿物等。一般呈致密块产出，颜色常为灰白、浅灰、灰色、深灰及浅黄、浅红等。纯石灰岩呈青灰色、断口浅灰色。硬度3～4，相对密度2.5～2.8。遇稀盐酸会剧烈起泡。不溶于水，易溶于饱和硫酸，能与各种强酸发生反应并形成相应的钙盐，同时放出 CO_2 气体。石灰岩煅烧至900℃以上（一般为1000～1300℃）时分解转化为石灰（CaO），同时放出 CO_2 气体。按照工业用途，石灰岩可分为化工灰岩、冶金灰岩和建材（水泥）灰岩等。化工灰岩又分为电石灰岩和制碱灰岩等。

【质量标准】 用于生产纯碱和电石用的石灰岩（即制碱灰岩和电石灰岩）矿产品质量应符合化工行业标准 HG/T 2504—1993，其他化工用途也可参照执行。

表 1　纯碱用石灰石的质量标准

项　　目		指　　标	
	优等品	一等品	合格品
碳酸钙($CaCO_3$)含量/%　≥	96	92	88
碳酸镁($MgCO_3$)含量/%　≤	3.0	5.0	6.0
三氧化二物(R_2O_3)+盐酸不溶物/%　≤	2.0	4.0	6.0

注：矿石粒度由供需双方协议确定。

表 2　电石用石灰石的质量标准

项　　目		指　　标	
	优等品	一等品	合格品
氧化钙(CaO)含量/%　≥	54.5	53.8	53.0
氧化镁(MgO)含量/%　≤	1.0		1.2
三氧化二物(R_2O_3)含量/%　≤	1.0		
盐酸不溶物含量/%　≤	1.0	1.2	1.5
硫(S)含量/%　≤	0.1		
磷(P)含量/%　≤	0.06		

注：1. 矿产品粒度由供需双方协议确定。
2. 在产品正常生产条件下，硫与磷的含量每季度抽检一次。

【用途】 化工灰岩主要用作制取电石和纯碱的原料。电石与水作用发出的乙炔气体是合成纤维、合成橡胶和塑料的重要基本原料，还可用于切割和焊接金属。纯碱也是重要的工业原料，广泛应用于玻璃、化工、纺织印染、石油、冶金、轻工、食品等部门。

【制法】 一般采用山坡露天开采，电铲汽车或皮带运输。选矿采用破碎筛分方法。采选工艺流程：

矿山→剥离（运输）→采矿（包括装运）→破碎筛分→皮带运输→矿仓

【安全性】 矿产品采用火车、汽车、船舶或其他运输工具散装运输；电石灰岩产品在贮存和运输过程中，应防止硫、磷有害杂质的污染。

【生产单位】 井陉县鑫阳钙业有限公司，东港晟威矿业股份有限公司，太原市鑫和谐矿业有限公司，赤峰标普商贸有限公司。

B045 无水芒硝

【英文名】 thenardite; sodium sulfate, anhydrous

【结构式】 Na_2SO_4

【物化性质】 无水芒硝是一种不含水的钠硫酸盐矿物，理论上含 Na_2O 43.7%、SO_3 56.3%。斜方晶系，晶体呈双锥状、柱状或板状，集合体呈粒状、粉末状或块状。无色、灰白色、黄色或黄棕色。透明至半透明，玻璃光泽或松脂光泽，条痕白色。硬度2.5～3，密度2.66～2.7g/cm^3。极易溶于水，有凉感，味清凉而带咸。在潮湿空气中易水化，转变成粉末状含水硫酸钠覆盖于表面。无水芒硝产于含硫酸钠卤水的盐湖中，与芒硝、钙芒硝、泻利盐、白钠镁矾、石膏、盐镁芒硝、石盐、泡碱等共生；也可由芒硝脱水而成；火山喷气孔周围有少量产出。

【质量标准】 主要用作印染、合成洗涤剂、维尼纶、染料、玻璃、造纸及无机盐工业的原料无水硫酸钠（元明粉），其质量应符合国家标准 GB/T 6009—2014。

GB/T 6009—2014《工业无水硫酸钠》

项目		Ⅰ类		Ⅱ类		Ⅲ类	
		优等品	一等品	一等品	合格品	一等品	合格品
硫酸钠(Na_2SO_4)/%	≥	99.3	99.0	98.0	97.0	95.0	92.0
水不溶物/%	≤	0.05	0.05	0.10	0.20	—	—
钙镁(以 Mg 计)/%	≤	0.10	0.15	0.30	0.40	0.60	—
氯化物(以 Cl^- 计)/%	≤	0.12	0.35	0.70	0.90	2.0	—
铁(以 Fe 计)/%	≤	0.002	0.002	0.010	0.040	—	—
水/%	≤	0.10	0.20	0.50	1.0	1.5	—
白度(R457)/%	≥	85	82	82	—	—	—

注：工业无水硫酸钠为白色结晶颗粒。

【用途】 见“芒硝”。

【制法】 见“芒硝”。

【安全性】 见“芒硝”。

【生产单位】 见“芒硝”和“钙芒硝”。

B046 氟碳铈矿

【别名】 氟碳铈镧矿

【英文名】 bastnaesite

【结构式】 $Ce[CO_3]F$ 或 $(Ce, La)[CO_3]F$

【物化性质】 氟碳铈矿是稀土金属矿的主要矿物之一，理论上含 Ce_2O_3 74.6%。六方晶系，晶体呈板状，通常呈细粒状集合体。颜色呈黄色、浅绿色或褐色。玻璃光泽或油脂光泽，条痕黄白色。硬度 4～4.5，密度 4.72～5.12g/cm^3。具有放射性和弱磁性。溶于稀盐酸和硫酸中，在磷酸中迅速分解。氟碳铈矿是稀土矿物中分布最广泛的矿物之一。主要产于基性岩、基性伟晶岩及有关的热液矿床中，与独居石、萤石、重晶石、方解石等共生。

【质量标准】 经选矿得到的氟碳铈镧矿精矿，质量应符合稀土行业标准 XB/T 103—2010。

产品牌号	化学成分(质量分数)/%					
	REO	非稀土杂质含量 ≤				水分
	≥	F	CaO	P_2O_5	游离 Fe	≤
000175	75	8.0	2.0	1.0	2.0	1.0
000170	70	8.0	2.0	1.0	2.0	1.0
000165	65	8.0	2.0	1.0	2.0	1.0
000160	60	8.0	2.0	1.0	2.0	5.0
000155	55	8.0	2.0	1.0	2.0	5.0
000150	50	8.0	2.0	1.0	2.0	5.0

注：1. 化学成分以干基计算。

2. 000165、000160、000155、000150 牌号提供的 F、CaO、游离 Fe 数据，不做考核依据。

3. 产品外观为土黄色细砂粒状或粉状。产品应洁净，无肉眼可见夹杂物。

【用途】 氟碳铈（镧）矿是提取稀土化合物、冶炼铈、镧等稀土元素的重要矿物原料。

【制法】 多为露天开采，一般工艺流程见“磷块岩”。选矿采用单浮选或者浮选-重选-浮选联合流程。

四川牦牛坪稀土矿：此矿石的特点是以稀土矿物氟碳铈矿为主，伴生有重晶石和萤石等。矿床遭到强烈风化，矿石泥化严重，泥化率达 20%。矿泥稀土品位为

3.5%，以胶态相沉积在 Fe-Mn 氧化物组成的风化物上，也具有回收价值，选矿工艺流程如下：

原矿→磨矿→分级多级摇床重选→氟碳铈精矿

矿泥中胶态相稀土回收工艺流程：

矿泥→酸浸→滤液萃取→反萃→浓缩→氟化稀土

白云鄂博共生稀土矿：此矿石的特点是稀土矿与铁矿及铌钽矿共生，且伴生有萤石、重晶石及方解石等。其中含氟碳铈矿和独居石，它们之间的比例为 3∶1，且都达到工业回收品位，习惯上称它为混合稀土矿。选矿工艺流程如下：

原矿→磨矿→弱磁选→强磁选→浮选→稀土精矿（$CeFCO_2$∶$REPO_4$=3∶1）→浮选→泡沫产品→氟碳铈精矿

【安全性】 同“金红石”。

【生产单位】 氟碳铈稀土矿主要分布在四川、山东等地。有内蒙古自治区包头市白云鄂博稀土铁矿，山东省微山稀土矿，四川省牦牛坪稀土矿，湖北省庙垭稀土矿等。稀土生产企业可参考“B038 稀土矿”。

B047 褐钇铌矿

【英文名】 fergusonite

【结构式】 $YNbO_4$；Y(Nb、Ta)O_4

【物化性质】 褐钇铌矿是主要稀土矿物之一，不同产状条件下，褐钇铌矿中稀土元素的种类和含量不同。常含铈、铀、钍、钛或钽等。四方晶系，晶体呈四方柱状或纺锤状，晶面常弯曲；集合体呈粒状。颜色呈黄褐或黑褐色。条痕呈浅黄至黄褐色。油脂光泽，硬度 5.5～6.5，密度 4.8～5.8g/cm^3。主要产于花岗岩及其伟晶岩中，亦可产于与基性岩有关的矿床中，与磷钇矿、独居石、锆石、石英或黑云母等共生；由于褐钇铌矿化学性质稳定，故可形成残坡积及冲积砂矿，与独居石、磷钇矿、锆石、钛铁矿或锡石等共生。

【质量标准】 砂矿或原生矿经选矿富集获得的褐钇铌矿精矿，产品质量应符合国家标准《离子型稀土矿混合稀土氧化物》GB/T 20169—2006。

产品牌号	化学成分/%										
		主要稀土氧化物							非稀土杂质		
	REO	Y_2O_3/REO	Nd_2O_3/REO	Eu_2O_3/REO	Tb_4O_7/REO	Dy_2O_3/REO	La_2O_3/REO	($Sm_2O_3+Gd_2O_3$)/REO	Al_2O_3	SO_4^{2-}	H_2O
	≥	≥					≤		≤		
191012A	92	60	—	—	1.1	7.5	—	—	1.2	2	1.0
191012B	92	55	—	—	1.2	8.0	—	—	1.2	2	1.0
191012C	92	50	—	—	1.2	8.0	—	—	1.2	2	1.0
191012D	92	45	—	—	1.1	7.5	—	—	1.2	2	1.0
191012E	92	43		0.80	0.60	3.5	30	10	1.2	2	1.0
191012F	92	43		0.70	0.60	3.5	30	10	1.2	2	1.0
191012G	92	43		0.60	0.60	3.5	30	10	1.2	2	1.0
191012H	92	9	27	0.50	0.30	1.8	38	10	1.2	2	1.0

注：1. 数值修约按 GB/T 8170 的规定进行。

2. REO 为 Rare earth ore 的简写。产品牌号表示方法符合 GB/T 17803-1999 的规定。

【用途】 褐钇铌矿是提取钇族稀土及放射性元素的矿物原料（其中所含的铥、镧等稀土元素尤为重要），亦可用于提取铌和钽元素。

【制法】 参见“独居石”。
【安全性】 同“金红石”。
【生产单位】 褐钇铌矿储量主要分布在湖南、广西、广东、云南。稀土生产企业可参考“B038 稀土矿”。

B048 凹凸棒石

【别名】 坡缕石；坡缕缟石；绿坡缕石
【英文名】 attapulgite；attapulg；palygorskite
【结构式】 $Mg_5[Si_4O_{10}]_2(OH)_2 \cdot 4H_2O$
【物化性质】 凹凸棒石是一种具层链状结构的含水富镁硅酸盐黏土矿物，因最早发现于美国佐治亚州凹凸堡而得名，理论含 MgO 23.83%、SiO_2 56.96%、H_2O 19.21%。富含铝、铁元素的变种称为铝凹凸棒石、铁凹凸棒石。单斜晶系，晶体为棒状、纤维状，内部多孔道，表面多沟槽，外表面与内表面均发达，可让阳离子、水分子和一定大小的有机分子进入。颜色视杂质情况可呈现白色、浅灰色、浅绿色或浅褐色。硬度2～3，加热至700～800℃时，硬度>5，密度2.05～2.30g/cm³。土状光泽，易浮于水面。裂片平坦能弯曲，有韧性。干燥时具有很强的吸水性。凹凸棒石黏土的吸蓝量、胶质价和膨胀容低于蒙脱石黏土；其凹凸棒石含量越高，吸附脱色力越强。可交换阳离子。在含水的情况下具有高的可塑性，在高温和盐水中稳定性良好。在水中不膨胀或膨胀性很小。由含镁的火山岩和石灰岩风化形成；亦是湖相沉积、泻湖海湾沉积和海相沉积的产物，常与蒙脱石海泡石、白云石等组成混合物形成黏土层。
【质量标准】 以凹凸棒黏土为原料，采用酸活化、焙烧工艺生产的食品添加剂凹凸棒黏土，质量应符合食品安全国家标准 GB 29225—2012。

GB 29225—2012 凹凸棒黏土感官要求

项目	要求
色泽	灰白色或淡黄色
状态	粉末

GB 29225—2012 凹凸棒黏土理化指标

项目		指标
脱色率/%	≥	70
水分/%	≤	10.0
游离酸(以 H_2SO_4 计)/%	≤	0.20
细度(通过 75μm 筛网)/%	≥	85
堆积密度/(g/cm³)		0.5～1.0
重金属(以 Pb 计)/(mg/kg)	≤	40
总砷(以 As 计)/(mg/kg)	≤	3

【用途】 凹凸棒石黏土矿以凹凸棒石为主要矿物组分。在化学工业中主要用作尿素和粒状肥料的凝固防止剂、橡胶的加工助剂、聚酯树脂的黏土触变增稠剂、农药的载体、二氨基苯甲烷和二氯乙烷的催化剂、塑料的填充剂和发泡灵脱色剂等。还广泛用于涂料、石油、铸造、军事、建材、造纸、医药、印刷、环保等部门。
【制法】 我国目前开采矿山不多，开采规模和产量都不大。多为露天开采，机械化程度较低。常用的选矿方法是手选，有时也用筛选法除去一部分较粗杂质。凹凸棒石黏土的加工工艺大致分为挤压、研磨、热处理、添加分散剂及表面活性剂四个步骤。
【安全性】 同“石膏”。
【生产单位】 明光中东吸附材料有限公司，甘肃凯西生态环境工程有限公司，明光市国星凹土有限公司，南阳市卧龙区磊宝海泡石加工有限公司，常州中奇化工有限公司，江苏盱眙三银凹土科技有限公司。

B049 离子吸附型稀土矿

【英文名】 ion-absorbing type rare earths ore
【结构式】 属黏土矿物吸附态，结构式尚未完全确定。其组成为：[RE(nOH,

$mH_2O)]_{3-n}+Al_4Si_4O_4(OH)_8\cdot 4H_2O$ $n\leqslant 2, n+m\leqslant 6$，RE = Y，La，Ce，Pr……

【物化性质】 离子吸附型稀土矿又称风化壳淋积型稀土矿，是仅我国才工业利用的新稀土矿物。由于含中重稀土高，冶炼方便，具有很强的国际市场竞争力。它是由富含稀土矿物和稀土副矿物的花岗岩和火山岩风化后，形成黏土矿物，解离出的稀土离子以水合离子或羟基水合离子吸附在黏土矿物上。吸附在黏土矿物上的稀土离子在水中不溶解也不水解，但遵循离子交换规律，可用化学法提取稀土。矿石为松散的沙黏土，颜色有白色、灰色、红色、黄色，密度为 2.0～2.5g/cm^3。矿山产品为混合氧化稀土，其稀土配分变化很大，有轻稀土型、重稀土型和中重稀土型。

【质量标准】 离子型稀土矿混合稀土氧化物，质量应符合国家标准 GB/T 20169—2006。参见“B047 褐钇铌矿”。

【用途】 用于制取高钇稀土氧化物和富铕稀土氧化物，进而分离提取氧化钇、氧化铕及其他稀土元素。离子吸附型稀土矿产品在国际市场上占有重要地位。

【制法】 采矿是露天人工开采，不需粉碎，直接用小推车送进浸取池，化学处理提取稀土。采选工艺流程如下：

原稀土矿→剥离（运输）→采矿（人工）→装池浸取→母液净化→草酸沉淀→草酸稀土灼烧→混合→氧化稀土

【安全性】 产品内包装采用双层塑料袋，经热压或绳扎封口，每件净重 25kg、40kg 或 50kg；外包装用铁桶或塑料编织袋。包装件外表均应附标签。由于产品易吸水吸潮气，故须存放于干燥处，并不得露天放置。运输时应严防淋雨受潮。

【生产单位】 世界最大的离子型稀土矿在中国的江西赣南以及广东、湖南和福建等地区，主要产地在江西寻乌和龙南。代表性的有龙南重稀土矿床、寻乌轻稀土矿床、中钇富铕稀土矿床等。生产企业如江西南方稀土高技术股份有限公司。

参 考 文 献

［1］ 王光建主编．化工产品手册：无机化工产品．第5版．北京：化学工业出版社，2008：2.

［2］ 宁延生主编．无机盐工艺学．北京：化学工业出版社，2013：6.

［3］ 天津化工研究院等编．无机盐工业手册．第2版．北京：化学工业出版社，1996：1.

［4］ 《新编危险物品安全手册》编委会编．新编危险物品安全手册．第2版．北京：化学工业出版社，2001：4.

［5］ 徐辑唐主编．氯酸盐工艺学．全国无机盐信息总站氯酸盐信息站（内部资料），2002：5.

［6］ 朱春雨，孙树明．2013年中国白炭黑市场分析及发展趋势［A］．广州：第23届中国无机硅化合物交流大会，全国无机硅化合物协作组，2014：12.

［7］ 全国化学标准化委员会无机化工分会等编．化工工业标准汇编：无机化工，2003. 第1版．北京：化学工业出版社，2003.

［8］ Dale Lperry，Sidney Lphillips（ed）. Handbook of inorganic compounds. CRC press Inc，1995.

［9］ Kirk-Othmer. Encyclopedia of Chemical Technology. 4th edition. New York：John Wiley & Sons. Inc.，1994.

［10］ Ullmanns. Encyclopedia of Industrial Chemistry. 5th edition，VCH Verlagsgesellschaft：Weinheim，1996.

产品名称中文索引

A

B

C

D

E

F

G

H

J

K

L

M

N

P

Q

R

S

T

Y

Z

产品名称英文索引

A

B

D

E

F

G

H

I

K

L

M

N

O

P

Z